



EISENACH
DIE WARTBURGSTADT



Klimawirkungsanalyse der Stadt Eisenach

Teil II Starkregenanalyse



Stand: Dezember 2024

Impressum

Auftraggeberin:

EISENACH



Stadtverwaltung Eisenach
Fachdienst 51 – Stadtentwicklung
Markt 22
99817 Eisenach
E-Mail: klimaschutz@eisenach.de
Internet: www.eisenach.de

Leitung:
Dipl.-Ing. Kerstin Menge
Dipl.-Ing. Andreas Diedrich

Bearbeitung:
Anne Häring, M. Eng.

Auftragnehmerin:



Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
Rennbahnallee 109A
15366 Hoppegarten
E-Mail: info@sieker.de
Internet: www.sieker.de

Projektleitung:
Prof. Dr. Heiko Sieker

Bearbeitung:
Daniel Horst, M.Sc.
Amr Ghazal, M.Sc.

Die Erstellung des Gutachtens erfolgte nach Stand der Technik sowie nach bestem Wissen und Gewissen. Klimatische Analysen und Wetterbedingungen unterliegen einer entsprechenden Variabilität, das tatsächliche Eintreten kann naturgemäß nicht sicher prognostiziert werden.

Förderinformation

Klima-Invest

Richtlinie des Landes Thüringen zur Förderung
von Klimaschutzmaßnahmen in Kommunen

Finanzierung durch den:



Die Erstellung der Klimawirkungsanalyse wurde im Rahmen der Richtlinie des Freistaats Thüringen zur Förderung von Klimaschutz- und Klimafolgenanpassungsmaßnahmen in Kommunen unter dem Förderkennzeichen 2022 KAM 0365 mit Mitteln des Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie, Naturschutz und Forsten gefördert.

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Stadt Eisenach.

Bildnachweis Titelbild: Ulrike Huber, Kolbermoor

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	1
2	Datengrundlage und Untersuchungsgebiet.....	3
2.1	Datengrundlage	3
2.2	Gesetze/Regelwerke/Literatur.....	3
2.3	Untersuchungsgebiet.....	4
3	Modellaufbau	5
3.1	Bearbeitung der Eingangsdaten des 2D-Oberflächenmodells.....	5
3.1.1	Außengrenze des Modellgebiets.....	5
3.1.2	Digitales Geländemodell und Außengebiete	5
3.2	Modellparameter	7
3.2.1	Belastungsregen	7
3.2.2	Rauheit	9
3.2.3	Abflussbildungsverluste.....	9
4	Hydraulische Berechnung	11
4.1	Eingesetzte hydraulische Simulationssoftware	11
4.2	Berechnungsansatz	11
4.3	Aufbau 2D-Modell	11
5	Ergebnisdarstellung - Starkregengefährdung.....	14
5.1	Detailbereich 1.....	14
5.2	Detailbereich 2.....	16
5.3	Detailbereich 3.....	17
5.4	Detailbereich 4.....	18
5.5	Detailbereich 5.....	21
5.6	Detailbereich 6.....	23
5.7	Detailbereich 7.....	24
5.8	Detailbereich 8.....	26
5.9	Detailbereich 9.....	27
6	Ergebnisdarstellung - Starkregenrisiko.....	28
7	Starkregenrisikomanagement und Maßnahmenkatalog	30
7.1	Starkregenrisikomanagement als kommunale Gemeinschaftsaufgabe	30

7.2	Maßnahmen der wasser- und starkregensensiblen Stadtplanung	32
7.2.1	Wiederherstellung des naturnahen Wasserhaushalts	32
7.2.2	Regenwasser als Ressource nutzen.....	35
7.2.3	Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe.....	37
7.2.4	Wassersensible Freiräume und Landschaftsplanung	39
7.2.5	Planerische Starkregenvorsorge: Von Bauleitplanung bis Frühwarnsysteme	41
7.3	Beispielhafte Planhinweiskarte.....	42
7.4	Synergien mit Maßnahmen der Hitzeanpassung	44
8	Plausibilitätsprüfung.....	45
9	Fazit	46
10	Anlagen	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufgaben zu Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorsorge	1
Abbildung 2: Übersichtskarte des Gemeindegebiets Eisenach	4
Abbildung 3: Übersichtskarte des Modell-/Bearbeitungsgebiets	5
Abbildung 4: Übersichtskarte der eingetragenen Bestandsgebäude	6
Abbildung 5: DGM mit eingeblendeten 2D-Haltungen im Bereich der L581	7
Abbildung 6: Zeitliche Verteilung der genutzten KOSTRA-DWD Belastungsregen	8
Abbildung 7: Screen shot des Modells in der Software InfoWorks ICM	12
Abbildung 8: Feines Dreiecksnetz im urbanen Bereich u. gröberes Dreiecksnetz im Umland ..	12
Abbildung 9: Grenzen der dargestellten Detailpläne	14
Abbildung 10: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 1 – Lastfall T=100a, D=60min ..	15
Abbildung 11: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 2 – Lastfall T=100a, D=60min ..	16
Abbildung 12: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 3 – Lastfall T=100a, D=60min ..	17
Abbildung 13: Links: Einstau und teilweises Übertreten des Grabens am Bahndamm, Rechts: Sicht auf den Brombeerweg und oberliegenden Waldflächen	18
Abbildung 14: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 4 – Lastfall T=100a, D=60min ..	19
Abbildung 15: Links: Mosebach an der Madelunger Straße, Rechts: Einlaufbauwerk für Abfluss von landwirtschaftlichen Flächen, Am Wasserlauf	19
Abbildung 16: Links: Parkplatzfläche Nordplatz, Rechts: Böschungsbereich Gesundheitszentrum mit tiefliegenden Gebäudeöffnungen	20
Abbildung 17: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 5 – Lastfall T=100a, D=60min ..	21
Abbildung 18: Links: Innenhofbereich des Ernst-Abbe-Gymnasiums, Rechts: Provisorische Sicherung eines Lichtschachts und Vernässungsschäden an Bausubstanz im Innenhofbereich zwischen der Wartburggasse und Kleine Löbergasse	22
Abbildung 19: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 6 – Lastfall T=100a, D=60min ..	23
Abbildung 20: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 7 – Lastfall T=100a, D=60min ..	24
Abbildung 21: Links: Oberflächenabfluss bei Ortsbegehung, „Am Hangetal“ Rechts: Unterführung Rothenhofer Weg	25
Abbildung 22: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 8 – Lastfall T=100a, D=60min ..	26
Abbildung 23: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 9 – Lastfall T=100a, D=60min ..	27
Abbildung 24: Überflutungsrisiko Detailbereich 5 – Lastfall T=100a, D=60min	28
Abbildung 25: Kreislauf des Starkregenrisikomanagements	31
Abbildung 26: Links oben: Intensive genutztes Gründach in Berlin - Solon; Rechts oben: Tiefbeete im Straßenbereich – Mannheim Taylor Baracks; Unten: Bäume in Retentionsmulden – Berlin ...	34

Abbildung 27: Links oben: Filterrinne an Grundstücksgrenze – Berlin Friedrichshain; Rechts oben: Randstein mit Lücke und Muldenstein – Hoppegarten; Unten: Bewachsener Bodenretentionsfilter – Hoppegarten Industriegebiet.....	36
Abbildung 28: Links oben: Starkregentrückhalt für Überstau von Rigolen; Rechts oben: Notwasserweg an Park – Hamburg; Unten: Temporärer Einstau von Spielplatzfläche	38
Abbildung 29: Links oben: Ausschnitt FNP Bremen; Rechts oben: Ausschnitt FNP Stadt Schleswig; Unten: Rechtsgrundlagen BLP	42
Abbildung 30: Beispielhafte Planhinweiskarte für das Siedlungsgebiet Neuenkirchen.....	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kennwerte KOSTRA Belastungsregen	8
Tabelle 2: Im Modell verwendete Rauheitswerte basierend auf der Rauheitszone	9
Tabelle 3: Abflussbeiwerte (Ψ).....	10
Tabelle 4: Eigenschaften der 2D Zone (feines Mesh).....	13
Tabelle 5: Eigenschaften der Mesh Zone (grobes Mesh).....	13
Tabelle 6 Kennwerte des 2D-Netzes (insgesamt).....	13

1 Veranlassung

Bis vor wenigen Jahren blieben Starkregen bei der Planung von Entwässerungssystemen weitgehend unberücksichtigt. Die Anlagen wurden auf die durch die Normen vorgegebenen Bemessungsregen ausgelegt. Niederschläge, die in ihrer Intensität über die Bemessungsregen hinausgehen, wurden als „höhere Gewalt“ eingestuft.

Dieser Ansatz wurde in den letzten Jahren – nicht zuletzt vor dem Eindruck der Schadensereignisse in Münster 2014, Braunsbach 2016, Berlin 2017 oder zuletzt im Ahrtal 2021 – zunehmend in Frage gestellt. Neue Leitfäden der Fachverbände (DWA-M 119, 2016), LUBW (2016) und andere Veröffentlichungen z. B. in BBSR (2016) definieren eine Dreiteilung der Aufgabe in 1. Bemessung, 2. Überflutungsschutz und 3. Starkregen-Risikomanagement (siehe Abbildung 1).

Um Gefahren und Risiken von Starkregenereignissen zu identifizieren und diesen entsprechend planerisch entgegen zu wirken, werden zunehmend Starkregen Gefahrenkarten von Kommunen, Entwässerungsbetrieben und anderen interessierten Akteuren beauftragt.



Abbildung 1: Aufgaben zu Überflutungsschutz und Starkregenrisikovorvorsorge (Quelle: LUBW, 2016)

Nach diesem neuen Verständnis sind Regenwasseranlagen – wie bisher – auf die üblichen Jährlichkeiten (meist 1 – 5 Jahre) zu bemessen. Für seltene Starkregen ($T = 10 - 30$ Jahre) ist nachzuweisen („Überflutungsnachweis“), dass die Abflüsse schadlos auf den Grundstücken zurückgehalten werden können (DIN 1986-100, 2016) bzw. schadlos aus den Siedlungsgebieten herausgeführt werden können (DIN EN 752).

Für außergewöhnliche Starkregenereignisse ($T > 50 - 100$ Jahre) wird die neue Aufgabe des Starkregen-Risikomanagements definiert. Für diese Ereignisse ist eine Risiko-Betrachtung durchzuführen, d. h. Schäden sollten soweit wie möglich reduziert werden. Besonders „verletzliche“ Einrichtungen wie z. B. Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Feuerwehr, Versorgungseinrichtungen, etc. sollten besonders ggf. durch Objektschutzmaßnahmen geschützt werden.

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker wurde von der Stadt Eisenach beauftragt, eine Starkregengefahrenkarte für das die Stadt und das Umland in den Gemeindegrenzen zu erarbeiten. Im Vergleich zu der landesweiten Starkregenhinweiskarte bietet diese dezidierte Untersuchung mehrere Vorteile. Starkregenanalysen, welche explizit für eine Gemeinde, Stadt oder Einzugsgebiet erstellt werden, erlauben eine präzisere Darstellung der lokalen Starkregenproblematik. Durch die Berücksichtigung von problematischen Stellen wie Durchlässe, Unterführungen oder andere potenzielle Engpässe können die Abflussverhältnisse realitätsnaher dargestellt werden. Auch die Plausibilisierung der Ergebnisse durch Nutzung vorhandener Datensätze zu vergangenen Starkregenereignisse oder durch Erfahrungsbericht von Betroffenen, hilft dabei die Modellergebnisse iterativ zu verbessern. Ein weiterer wesentlicher Vorteil liegt in der Flexibilität bei der Modellierung. Die Modelle können relativ einfach an unterschiedliche Planungsszenarien angepasst werden, beispielsweise um zukünftige Entwicklungen in der Bebauung oder geplante/umgesetzte Maßnahmen zur Starkregenvorsorge zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist auch eine Belastung des Modells mit verschiedenen Regendaten möglich, wie historische Regenereignisse oder Radardaten, wodurch die vergangene Starkregenereignisse nachgerechnet werden können. In diesem Projekt wurden außerdem zusätzliche Produkte wie z. B. die Starkregenrisikokarten erstellt und wichtige Fragestellungen des Auftraggebers in Gesprächen diskutiert. Durch die Zusammenarbeit mit den lokalen Planungsämtern wird so außerdem ein stärkeres Bewusstsein für die Problematik der Starkregenvorsorge und wassersensiblen Stadtplanung geschaffen und das Fachwissen erweitert.

Zur Einschätzung von Gefährdungen infolge von Starkregenabflüssen, wird die Starkregengefahrenkarte mittels einer 2D-Simulation für das Gemeindegebiet von Eisenach erstellt. Aus dieser können detaillierte Informationen über Größen, wie anstauender Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit gezogen werden. Dabei werden auch Bauwerke wie z. B. Düker oder Straßenbrücken berücksichtigt. Das bestehende Kanalsystem wird nicht berücksichtigt.

2 Datengrundlage und Untersuchungsgebiet

2.1 Datengrundlage

Für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten wurden folgende Daten genutzt:

- [1] Digitales Geländemodell - Gitterweite 1 m [Quelle: Geoportal.Thüringen, Stand: 2020]
- [2] ALKIS Datensatz; Landnutzung, Gebäude und Flurstücke [Quelle: Geoproxy.Geoportal-TH, Stand: 22.08.2022]
- [3] Administrative Grenzen [Quelle: Geoproxy.Geoportal-TH, Stand: 22.08.2022]
- [4] Orthophotos [Quelle: Geoportal.Thüringen, Stand: 28.05.2023]
- [5] Bodengeologische Konzeptkarte Thüringens im Maßstab 1:100.000 [Quelle: Antares Thüringen, Stand: 28.02.2006]
- [6] Hydrogeologische Übersichtskarte von Deutschland 1:200.000 [Quelle: Geoportal BGR, Stand: 11.06.2022]
- [7] Fließ- und Standgewässer Thüringen (GSK3C, Auflage: 2021) [Quelle: Antares Thüringen, Stand: 28.02.2006]
- [8] Festgesetzte Überschwemmungsgebiete [Quelle: Antares Thüringen, Stand: 2019]
- [9] Lageplan; ausgewählte Durchlassbauwerke/Unterführungen [Quelle: Stadt Eisenach, 28.11.2023]
- [10] Kritische Infrastruktur der Stadt Eisenach [Quelle: Stadt Eisenach, 27.12.2023]

2.2 Gesetze/Regelwerke/Literatur

Folgende Gesetze/Regelwerke/Leitfäden fanden bei der Bearbeitung Verwendung.

- [11] LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [12] BMWSB (2022): Baufachliche Richtlinien Abwasser, Hinweisdokument zur Ermittlung des Gefährdungspotenzials von baulichen Anlagen auf zivil genutzten Liegenschaften durch Starkregen, Hannover
- [13] BBSR (2018): Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge, Bonn
- [14] DIN 1986-100 (2016): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
- [15] DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 (2020): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, DWA
- [16] DWA-A 138 (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA
- [17] DWA-M 153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, DWA
- [18] KOSTRA-DWD-2020: Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungsauswertungen, [Quelle: Deutscher Wetterdienst, Stand: 2023]
- [19] Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der Fassung vom 31.07.2009, (Stand 30.06.2017)

2.3 Untersuchungsgebiet

Eisenach, eine Stadt im Westen des Bundeslandes Thüringen, liegt am nordwestlichen Rand des Thüringer Waldes und markiert einen bedeutenden geographischen Übergangsbereich zwischen Mittelgebirge und Thüringer Becken. Mit einer Gesamtfläche von etwa 104 km² und einer Bevölkerung von rund 42.000 Einwohnerinnen und Einwohnern stellt Eisenach einen zentralen städtischen Knotenpunkt in der westlichen Mitte Deutschlands dar. Die Stadt befindet sich rund 70 km westlich von der Landeshauptstadt Erfurt (siehe Abbildung 2).

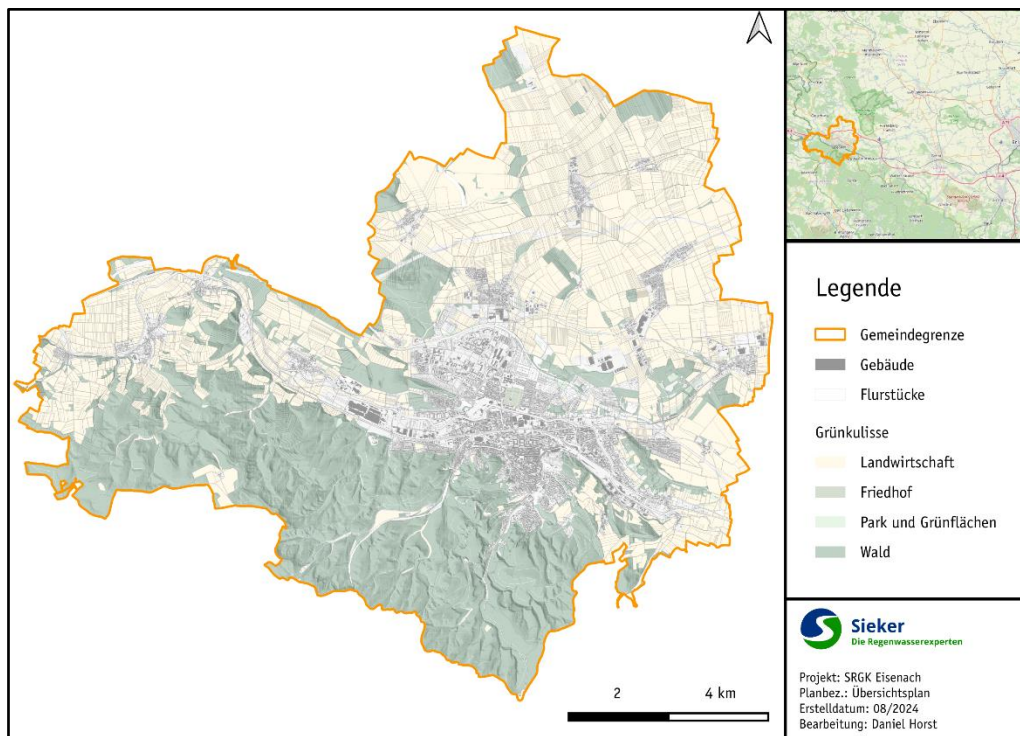


Abbildung 2: Übersichtskarte des Gemeindegebiets Eisenach

Geologisch ist das Stadt- und Gemeindegebiet von Eisenach durch eine komplexe Struktur geprägt, die insbesondere durch die Übergangszone zwischen dem Thüringer Wald und dem Hainich definiert wird. Die geologische Basis besteht hauptsächlich aus Gesteinsformationen des Muschelkalks und des Buntsandsteins, welche die Landschaft und Bodenbeschaffenheit dominieren. Das Gebiet wird durch mehrere Fließgewässer geprägt, von denen die Hösels das bedeutendste ist. Dieses entwässert das Stadtgebiet in Richtung Nordwesten und mündet in die Werra, die wiederum ein Nebenfluss der Weser ist. Die Hösels spielt eine zentrale Rolle im regionalen Wasserhaushalt und beeinflusst durch ihre Tallage auch die siedlungsgeographischen Bedingungen.

Eisenach liegt auf einer durchschnittlichen Höhe von etwa 210 Metern über dem Meeresspiegel, wobei das Stadtgebiet deutliche Höhenunterschiede aufweist, die von rund 180 Metern im Tal der Hösels bis zu etwa 440 Metern auf den Höhen des Thüringer Waldes reichen. Der nördliche Teil des Stadtgebietes fällt allmählich in das Thüringer Becken ab, das durch sanfte Hügel und flachwellige Landschaftsformen gekennzeichnet ist. Diese Morphologie trägt zu einer vielfältigen Nutzung des Bodens bei, die sowohl landwirtschaftliche als auch forstwirtschaftliche Flächen umfasst. Der südliche Teil hingegen ist durch steilere Anstiege und eine dichtere Bewaldung charakterisiert, die typisch für die Mittelgebirgsregion ist.

3 Modellaufbau

Für die Erstellung des 2D-Oberflächenmodells werden die Grundlagendaten im GIS aufbereitet und anschließend in InfoWorks importiert. Zuerst wurden alle Daten, die für die Bestimmung des Oberflächenabflusses notwendig sind, wie z. B. das digitale Geländemodell, Rauheitswerte, Abflussbeiwerte, Durchlassbauwerke etc., erstellt und schließlich in InfoWorks eingearbeitet.

3.1 Bearbeitung der Eingangsdaten des 2D-Oberflächenmodells

3.1.1 Außengrenze des Modellgebiets

Mittels einer topografischen Analyse im GIS wurde das hydrologische Einzugsgebiet abgegrenzt (siehe Abbildung 3). So wurden im Modell alle angrenzenden Gebiete berücksichtigt, welche einen oberflächigen Zufluss in das Stadtgebiet haben. Die Größen der relevanten Bereiche ergeben sich wie folgt:

- Gemeindegebiet: 104 km²
- Hydrologisches Einzugsgebiet (Modellgrenze/2D-Zone): 249 km²

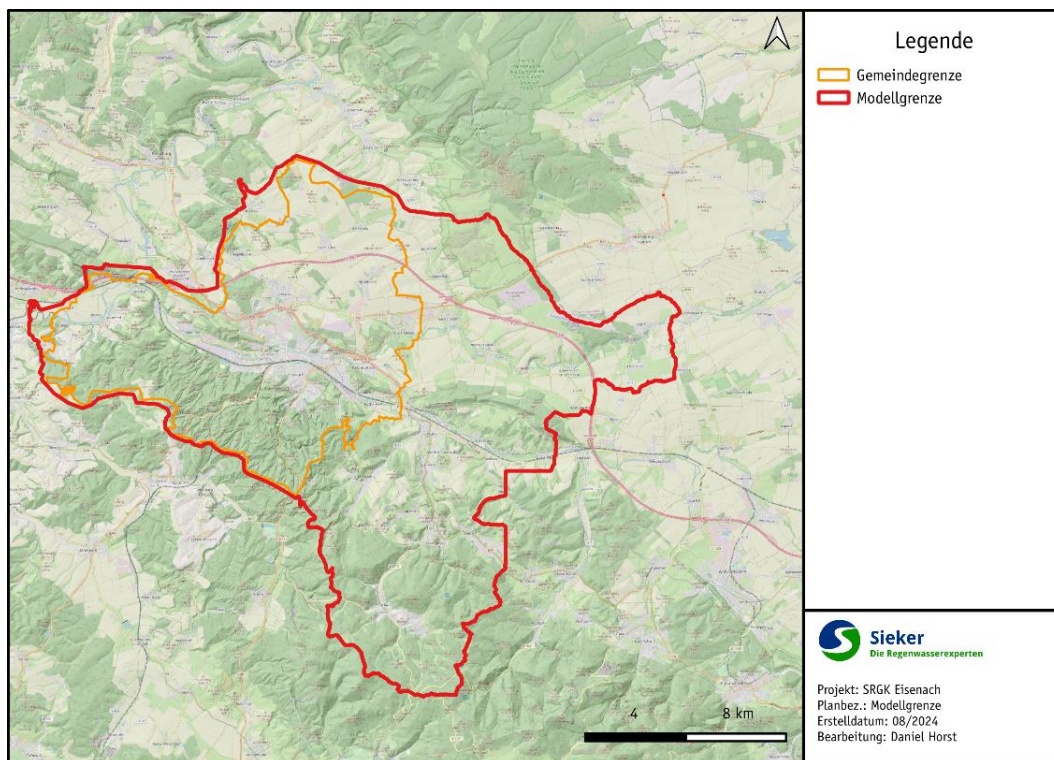


Abbildung 3: Übersichtskarte des Modell-/Bearbeitungsgebiets (Quellen: [3], Hintergrund: WMS Geländeschummerung Thüringen & OpenStreetMap)

3.1.2 Digitales Geländemodell und Außengebiete

Für die Erstellung des digitalen Geländemodells (DGM) für das gesamte Modellgebiet wurde das Geländemodell von Thüringen genutzt. Hierfür stand das „Digitale Geländemodell – Gitterweite 1 m“ aus

dem Geoportal Thüringen zur Verfügung [1]. Das DGM enthält die Geländeoberfläche (Relief) ohne Gebäude. Die Daten liegen im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N (EPSG 25832) und im Höhenbezug Deutsches Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016) vor.

Im nächsten Schritt wurde das Geländemodell auf das hydrologische Einzugsgebiet der Stadt zugeschnitten. Für die Bestimmung der zufließenden Außengebiete wurde die ArcMap-Erweiterung „ArcHydro“ verwendet und das Ergebnis mit einem Datensatz zu den Fließgewässern Thüringens und deren Einzugsgebieten [7] abgeglichen.

3.1.2.1 Einbrennen von Gebäuden

Darauffolgend wurden die im Modellgebiet liegenden Gebäude in das DGM eingebrannt, sodass alle Gebäudeflächen [2] um 10 m gegenüber den Geländehöhen angehoben wurden (siehe Abbildung 4). Dieser Schritt verhindert, dass die Gebäude überströmt werden, und sorgt gleichzeitig dafür, dass sie zur Abflussbildung beitragen. Durchfahrten in Gebäuden oder sonstige Gebäudeöffnungen wurden aufgrund fehlender Datensätze nicht berücksichtigt. Die Abflusssituation in einigen, besonders geschlossenen, Innenhofbereichen kann folglich nicht immer realitätsnah dargestellt werden.

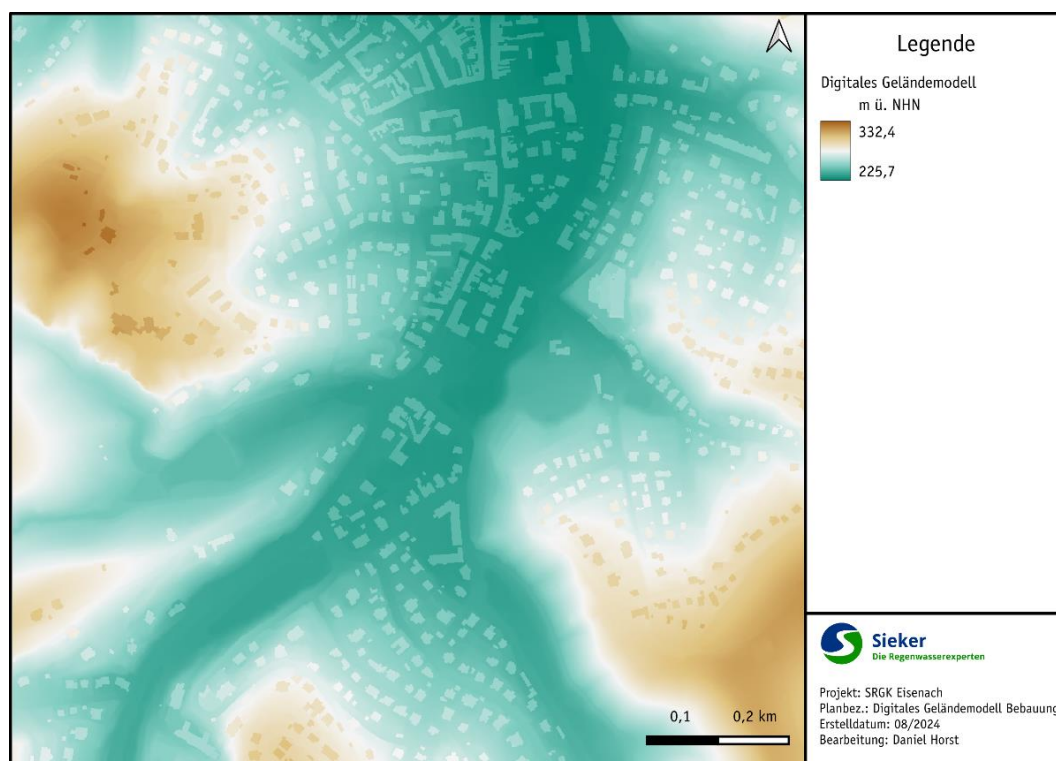


Abbildung 4: Übersichtskarte der eingebrannten Bestandsgebäude (Quellen: [1][2])

3.1.2.2 Einarbeiten von relevanten Durchlassbauwerken

Strukturen die den Abfluss im Modell beeinflussen sind zum Beispiel Verdolungen großer Fließgewässer, Durchfahrten von Straßen- und Bahndämmen, Unterführungen und Brückendurchlässe von Gewässern. Verdolungen und Durchlassbauwerke von kleinen Gewässern wurden in dieser Modellierung nur berücksichtigt, wenn diese nach den ersten Modellläufen zu unrealistischen Anstauungen führten. Es ist

notwendig, besonders Unterführungen, in das Modell einzufügen um einen realitätsnahen Abfluss des Wassers zu gewähren. Zum Teil sind die Durchlässe im DGM-Datensatz bereits berücksichtigt und wurden „geöffnet“ (v. A. im Bereich von Straßenbrücken). Die vorliegende Modellerstellung beinhaltet die Überprüfung auf weitere Durchlassbauwerke. Dabei lag der Fokus vor allem auf dem urbanen Raum, da hier aufgrund der Versiegelung größere Abflussmengen generiert werden und Anstauungen mehr Schaden anrichten können als im ländlichen Bereich. Diese wurden als 2D-Haltungen eingefügt. Es wurde davon ausgegangen, dass die Durchlässe nicht verkrautet sind und sie das am Durchlass anfallende Wasser, entsprechend der definierten Durchlassgröße, weiterleiten können.

Insgesamt wurden in 24 Bereichen Durchlassbauwerke eingefügt. Die Abmaße der Durchlassbauwerke wurden in großen Teilen von der Stadt Eisenach bereitgestellt und in Bereichen für die keine Informationen vorlagen Annahmen anhand von Satellitendaten getroffen.



Abbildung 5: DGM mit eingeblendeten 2D-Haltungen im Bereich der L581

3.2 Modellparameter

3.2.1 Belastungsregen

Als Grundlage für die Belastungsregen wurde die Niederschlagsstatistik KOSTRA-DWD 2020 angesetzt (Tabelle 1). Für den KOSTRA-DWD Belastungsregen wurde die KOSTRA-Zelle Spalte 140/Zeile 151 genutzt [18].

Die gewählten Modellregen weisen folgende Kennzahlen auf:

Tabelle 1: Kennwerte KOSTRA Belastungsregen

Jährlichkeit	T = 30 a	T100 a
Gesamtniederschlagshöhe	37,6 mm	47,6 mm
Dauerstufe	60 Minuten	60 Minuten
Nachlaufzeit	180 Minuten	180 Minuten
Intervalldauer	5 Minuten	5 Minuten
Modellregentyp	Endbetont	Endbetont

Die zeitliche Verteilung, der in Tabelle 1 angeführten KOSTRA-DWD (2020) Belastungsregen, ist in der folgenden Abbildung 6 dargestellt.

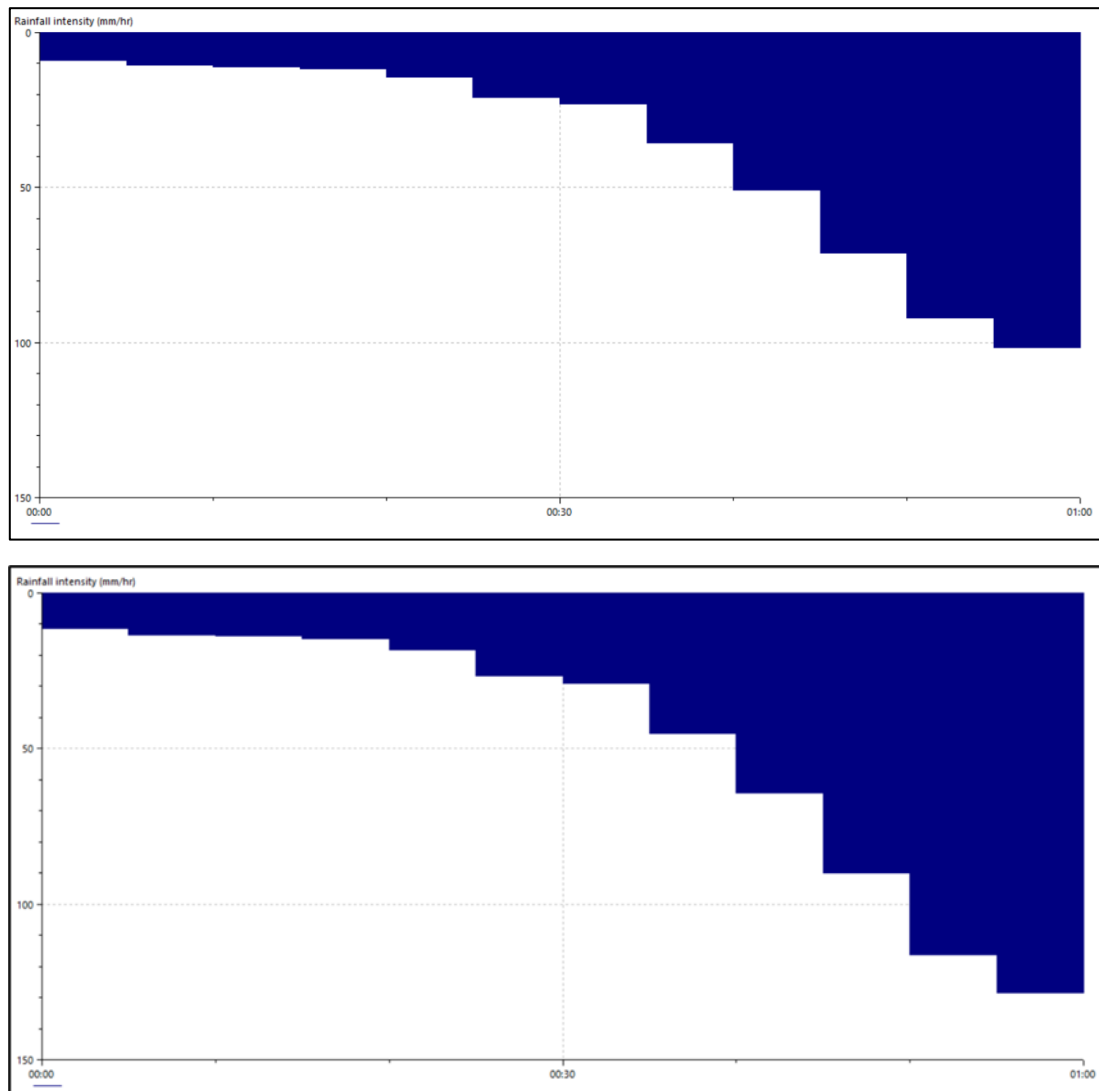


Abbildung 6: Zeitliche Verteilung der genutzten KOSTRA-DWD Belastungsregen

3.2.2 Rauheit

Der Rauheitswert einer Fläche bestimmt, wie schnell es zu einem Oberflächenabfluss von dieser Fläche kommt. So erfolgt der Abfluss von Niederschlagswasser bei einer Fläche mit ausgeprägter Vegetationsschicht, wie z. B. einer Waldfläche, deutlich langsamer als bei einer versiegelten Verkehrsfläche. Rauheitswerte zählen daher zu den wichtigsten Eingangsdaten für die Oberflächenmodellierung und bestimmen in Kombination mit dem Gefälle des Geländes die Fließgeschwindigkeit des Oberflächenabflusses (Tabelle 2). Anhand der ALKIS Flächennutzungsdaten wurden die Rauheitszonen bestimmt und auf Grundlage der von der LUBW 2020 [11] vorgegebenen Werte parametrisiert.

Tabelle 2: Im Modell verwendete Rauheitswerte basierend auf der Rauheitszone

Rauheitszone	Rauheitswerte	
	$n \text{ [s/m}^{1/3}\text{]}$	$k_{st} \text{ [m}^{1/3}\text{/s]}$
Ackerland	0,15	7
Gebäude	0,013	77
Friedhof	0,10	10
Fließgewässer	0,05	20
Wald	0,20	5
Grünfläche	0,10	10
Industrie- und Gewerbefläche	0,04	25
Bergbaubetrieb	0,04	25
Fläche gemischter Nutzung	0,07	14
Parkplatz	0,01	100
Weg	0,015	67
Bahnverkehr	0,01	100
Wohnbaufläche	0,013	77
Standgewässer	0,05	20
Straßenverkehr	0,01	100

3.2.3 Abflussbildungsverluste

Abflussbeiwerte sind entscheidende Parameter bei der Erstellung von Starkregengefahrenkarten. Sie geben an, welcher Anteil des Niederschlags auf einer bestimmten Fläche als Abfluss weiterfließt und

welcher versickert oder verdunstet. Diese Werte variieren je nach Landnutzung, Bodenbeschaffenheit und Versiegelungsgrad. Bei der Modellierung von Starkregenereignissen werden Abflussbeiwerte genutzt, um die Menge des Oberflächenwassers zu berechnen, das bei einem starken Regenfall abfließen kann. Die in dieser Modellierung verwendeten Abflussbeiwerte basieren auf der DIN 1986-100 (Siehe Tabelle 1).

Tabelle 3: Abflussbeiwerte (Ψ)

Räumliche Struktur	Psi Ψ [-]
Ackerland	0,30
Gebäude	1,00
Friedhof	0,25
Fließgewässer	1,00
Wald	0,10
Grünfläche	0,20
Industrie- und Gewerbefläche	0,80
Bergbaubetrieb	0,85
Fläche gemischter Nutzung	0,70
Parkplatz	0,90
Weg	0,70
Bahnverkehr	0,60
Wohnbaufläche	0,70
Standgewässer	1,00
Straßenverkehr	1,00

4 Hydraulische Berechnung

4.1 Eingesetzte hydraulische Simulationssoftware

Hersteller:	Innovyze
Software:	InfoWorks ICM
Rauheitsansatz:	Rauheitsbeiwert nach Manning
Software-Version:	2024.5
Berechnungsansatz:	vollwertige zweidimensionale Flachwassergleichung
Oberflächenmodell:	Dreiecksmodell (Finite-Volumen-Modell)

4.2 Berechnungsansatz

Der 2D-Berechnungsansatz in InfoWorks basiert auf den in Alcrudo u. Mulet-Marti (2005) beschriebenen Flachwassergleichungen. Diese sind eine auf die Fließtiefe gemittelte Version der Navier-Stokes-Gleichungen. Es wird von einer überwiegend horizontalen Fließrichtung und einer vernachlässigbaren Änderung der Fließgeschwindigkeit über die Fließtiefe ausgegangen.

Das vollständige Gleichungssystem der Flachwassergleichungen wird auf Basis eines Finite-Volumen-Modells in der 2D-Fläche diskretisiert und explizit gelöst.

InfoWorks benutzt ein unstrukturiertes Dreiecksnetz, dessen Zellgröße sich automatisch an die vorliegende Geländeoberfläche und Bruchkanten anpasst.

4.3 Aufbau 2D-Modell

Die Erzeugung der Eingangsdaten für das 2D-Modell wurden in Kapitel 3 beschrieben. Die 2D Zone und die Mesh Zone werden entsprechend **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** parametrisiert. Die Standard-Parameter für Infiltration und Rauheit werden, wie in Kapitel 3.2 erläutert, definiert. Das erzeugte 2D-Netz wurde getestet und schrittweise optimiert. Das Untersuchungsgebiet wurde in zwei Bereiche mit unterschiedlichen Detailgraden unterteilt.

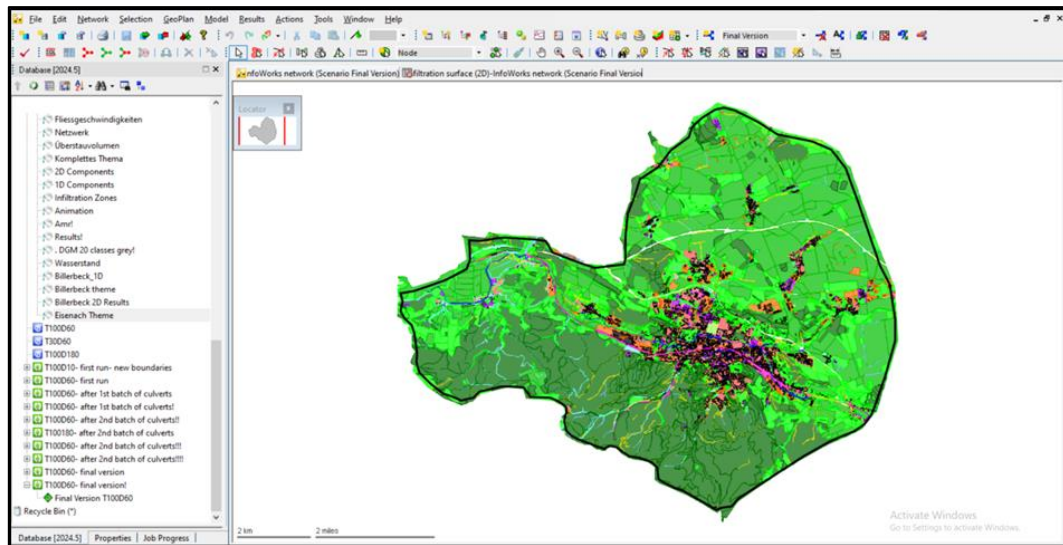


Abbildung 7: Screen shot des Modells in der Software InfoWorks ICM.

Dadurch können Simulationszeit und notwendiges Speichervolumen der Ergebnisdateien erheblich reduziert werden. Unterteilt wurde in Siedlungsbereiche (feineres Netz/Mesh Zone) und Umland (gröberes Netz/2D Zone) (siehe Abbildung 8).

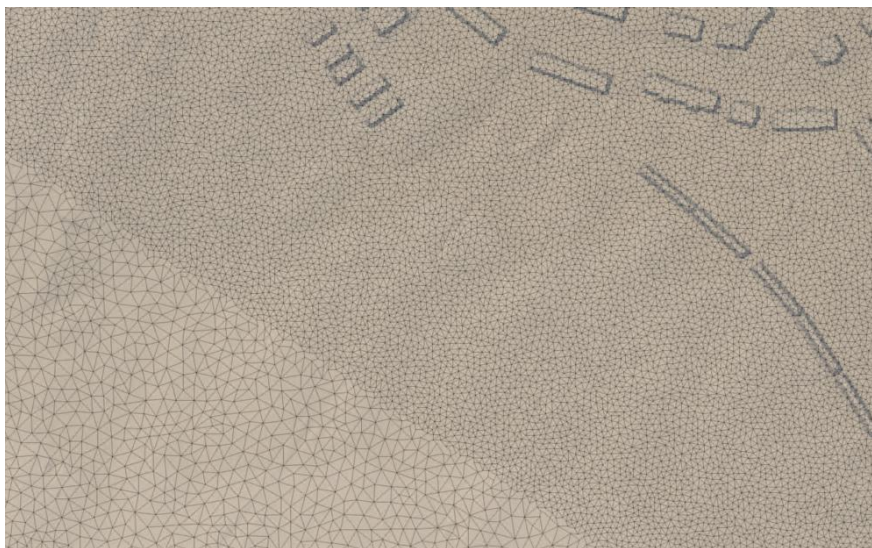


Abbildung 8: Feines Dreiecksnetz im urbanen Bereich und gröberes Dreiecksbereich im Umland

Die resultierenden Kennwerte des gesamten Dreiecksnetzes der 2D-Oberfläche sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 4: Eigenschaften der 2D Zone (feines Mesh)

Maximale Zellgröße:	3 m ²
Minimale Zellgröße:	1 m ²
Terrain Sensitiv Meshing:	Ja
Maximaler Höhenunterschied	1 m
Grenze der 2D Zone	Durchlässig

Tabelle 5: Eigenschaften der Mesh Zone (grobes Mesh)

Maximale Zellgröße:	50 m ²
Minimale Zellgröße:	1 m ²

Tabelle 6 Kennwerte des 2D-Netzes (insgesamt)

Anzahl Zellen:	150.390.22
Minimale Zellgröße:	1 m ²
Maximale Zellgröße:	50 m ²
Mittlere Zellgröße:	6 m ²

5 Ergebnisdarstellung - Starkregengefährdung

Die Starkregengefahrenkarte für das gesamte Untersuchungsgebiet als auch einzelne Detailbereiche finden sich zu allen verwendeten Lastfällen im Anhang. Außerdem werden alle Geodaten dem AG als QGIS-Projekt zur Verfügung gestellt. Diesem GIS-Projekt können auch die Fließpfeile und die dazugehörigen Fließgeschwindigkeiten entnommen werden. Die Fließpfeile wurden in der angehängten Starkregengefahrenkarte nicht mit abgebildet, um die Übersichtlichkeit bei der großen Ausdehnung des Untersuchungsgebiets zu gewährleisten.

Für das hundertjährige Regenereignis werden die Ergebnisse der 2D-Oberflächenabflussmodellierung für neuen Detailbereiche beispielhaft aufgezeigt und kurz erläutert (siehe Abbildung 9). Detailkarten für das 30-Jährliche Regenereignis finden sich im Anhang.

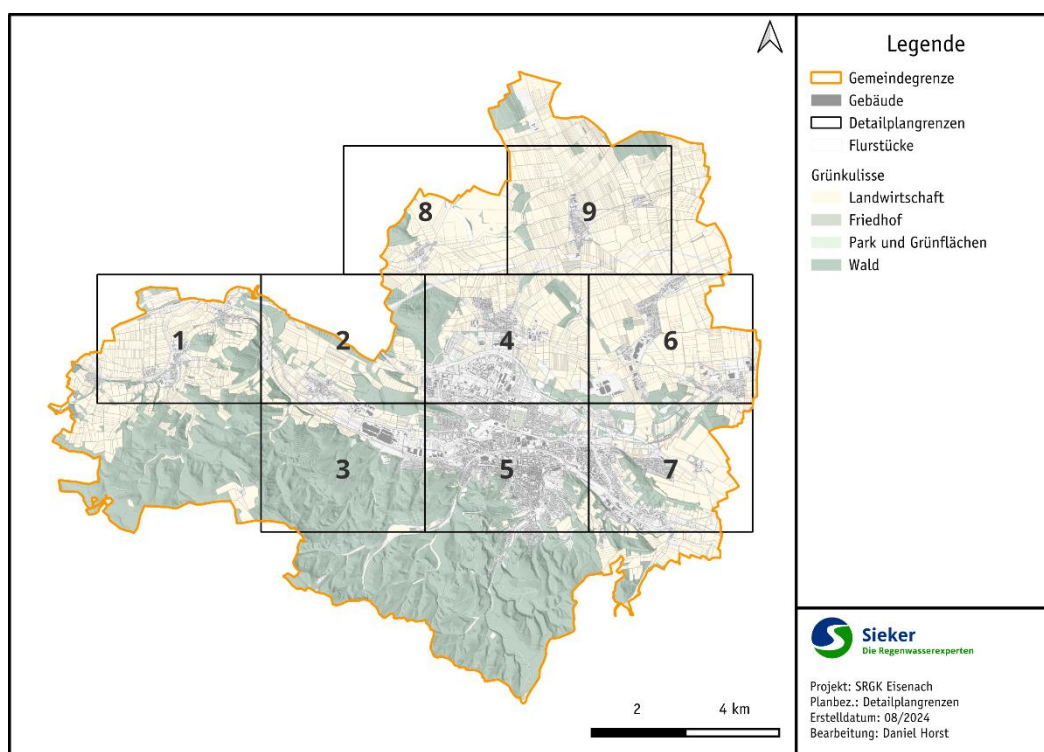


Abbildung 9: Grenzen der dargestellten Detailpläne

5.1 Detailbereich 1

Die berechneten Wassertiefen für den Modellregen $T = 100$ a $D = 60$ min sind im folgenden Unterkapitel für den Detailbereich dargestellt und einige signifikante Überflutungsbereiche werden kurz beispielhaft erläutert. Hoch aufgelöste PDF der einzelnen Detailplanbereiche findet sich im Anhang.

Im Detailbereich 1 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von verrohrten Gräben oder Siedlungsbereichen in Hanglage (siehe Abbildung 10).

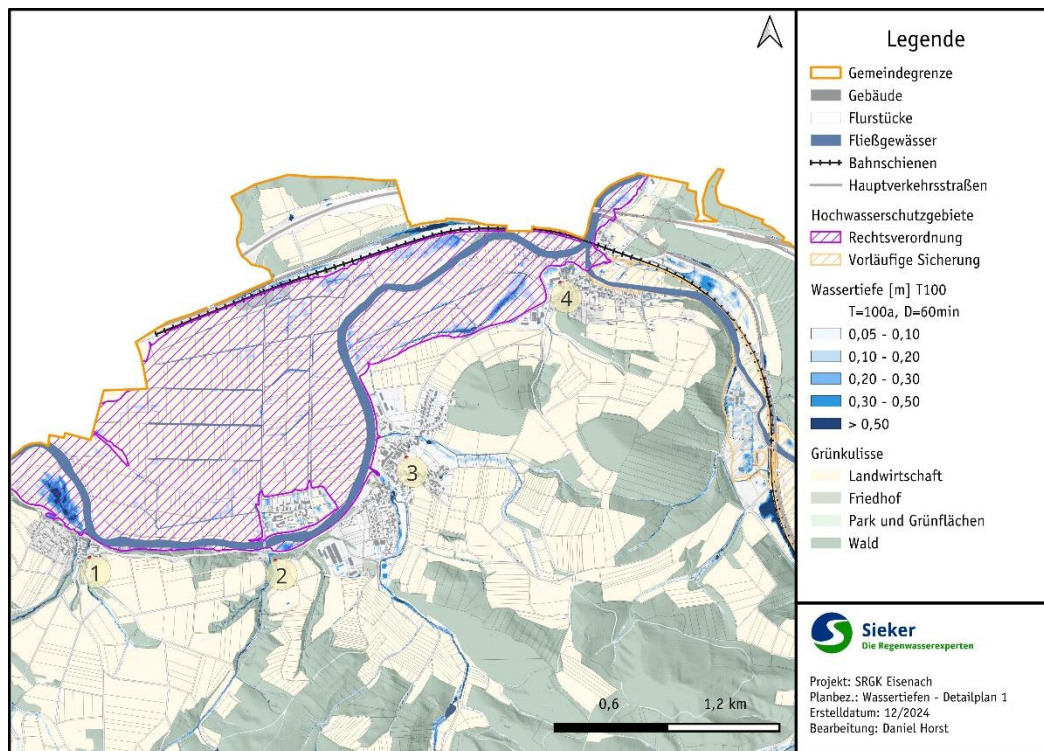


Abbildung 10: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 1 – Lastfall T=100a, D=60min

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) **Göringen:** Im Kreuzungsbereich der Kentelsgasse/Lauchröder Str. kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zur Überlastung des Kentelgrabens. So gelangt Oberflächenabfluss auf umliegende Verkehrs- und Grundstücksflächen. Auf den Verkehrsflächen erreicht der Oberflächenabfluss Fließgeschwindigkeiten von bis zu 4 m/s bei einem Anstau von max. 40 cm. Teilweise wurden Wassertiefen von max. 80 cm in umliegenden Grundstücksbereichen berechnet. Im Bereich der Kentelsgasse/Brückengraben kommt es laut Simulationsergebnissen zu einem Abfluss von landwirtschaftlichen Flächen in Richtung der Verkehrsflächen. Auf den Verkehrsflächen erreicht der Oberflächenabfluss Fließgeschwindigkeiten von bis zu 3 m/s und sorgt für einen Anstau von max. 120 cm in gebäudenahen Senkenbereichen.
- 2) **Werrabrücke:** Im Kreuzungsbereich der Werrabrücke/Lauchröder Str kommt es laut Simulationsergebnissen zu einem signifikanten Oberflächenabfluss von landwirtschaftlichen Flächen in Richtung des unterliegenden Kreuzungsbereichs. Auf den Verkehrsflächen erreicht dieser Geschwindigkeiten von bis zu 2 m/s und sorgt für einen Anstau von max. 30 cm.
- 3) **Neuenhof:** Im Siedlungsbereich von Neuenhof wurden an mehreren Stellen Anstaubereiche berechnet. Im Bereich des verdohnten Grundbachs (Ecke Hörscheler Str./Eisenacher Weg) kommt es zu einer Überströmung der Verkehrsflächen im Starkregenfall. Hier wurden für den Oberflächenabfluss Fließgeschwindigkeiten von bis zu 3 m/s bei einem Anstau von max. 25 cm berechnet. Teilweise kommt es auch zum Zufluss auf private Grundstücke und Anstauungen an Gebäuden. Auch im Bereich Michelsgraben/Hörscheler Str. kommt es laut Simulationsergebnissen zu einer Überlastung des Michelsgrabens. Es wurden Anstauungen von

bis zu 1 m in Gebäudenähe berechnet. Weiterhin kann es zu einer Überflutung des Kreuzungsbereichs (max. 10 cm) kommen.

- 4) **Hörschel:** In tiefliegenden Bereichen des Siedlungsbereichs wie z. B. der Rennsteigstraße, Mühlstraße, und Unterstraße kommt es teilweise zu Anstauungen in Verkehrs- und Grundstücksflächen. Vereinzelt kommt es hier zu gebäudenahen Anstauungen von bis zu 1 m. Diese Anstauungen bilden sich voraussichtlich aus Zuflüssen von südlich angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen.

5.2 Detailbereich 2

Im Detailbereich 2 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von verrohrten Gräben oder Siedlungsbereichen in Hanglage (siehe Abbildung 11).

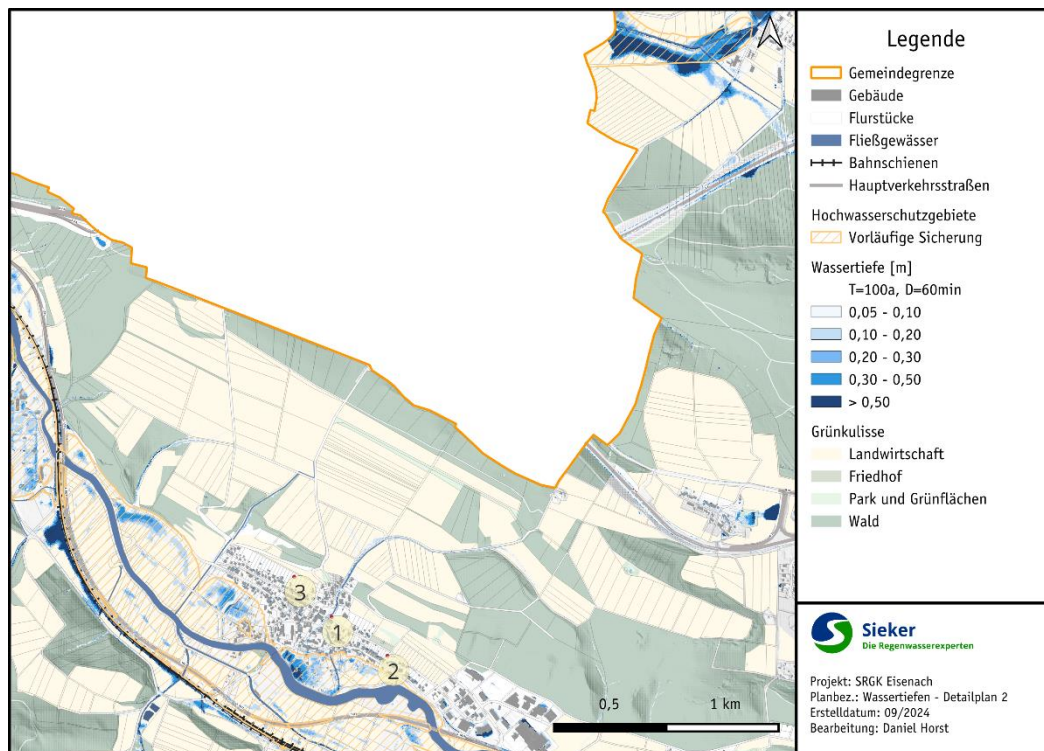


Abbildung 11: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 2 - Lastfall $T=100a$, $D=60min$

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) **Stedtfeld - Hopfental:** Im Kreuzungsbereich Hopfental/Am Friedhof kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zur Überlastung des in den nördlichen Waldgebieten entspringenden Bachs. Dadurch gelangt Oberflächenabfluss auf Verkehrsflächen und umliegende Grundstücke in tiefer liegenden Bereichen des Siedlungsgebiets. Es werden hohe Fließgeschwindigkeiten von ca. 3 m/s erreicht. In gebäudenahen Bereichen treten mehrere Anstauungen bis ca. 40 cm auf (Kirchweg, Lindenrain). Teilweise wurden Wassertiefen von maximal 100 cm, z. B. in der Oberlandstraße, berechnet. Südlich der Oberlandstraße, wo

Hochwasserschutzmaßnahmen den Abfluss des Oberflächenwassers in die Hörsel verhindern, wurden flächige Anstauungen von bis zu 80 cm berechnet.

- 2) Stedtfeld Baumgarten: Für im Hangbereich liegende Grundstücke wurde im Bereich der Baumgarten Straße eine erhöhte Gefährdung berechnet. Hier sammelt sich, von den nord/nordöstlich angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen, abfließendes Wasser in gebäudenahen Senkenbereichen. An einigen Gebäuden wurden Anstauhöhen von mehr als 1 m berechnet.
- 3) Stedtfeld Oberlandstraße: Für im Hangbereich liegende Grundstücke wurde im Bereich der Oberlandstraße eine erhöhte Gefährdung berechnet. Hier sammelt sich, von den nord/nordöstlich angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen, abfließendes Wasser in gebäudenahen Senkenbereichen. An einigen Gebäuden wurden Anstauhöhen von mehr als 1 m berechnet.

5.3 Detailbereich 3

Im Detailbereich 3 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von Geländesenken und Siedlungsbereichen in Hanglage (siehe Abbildung 12).

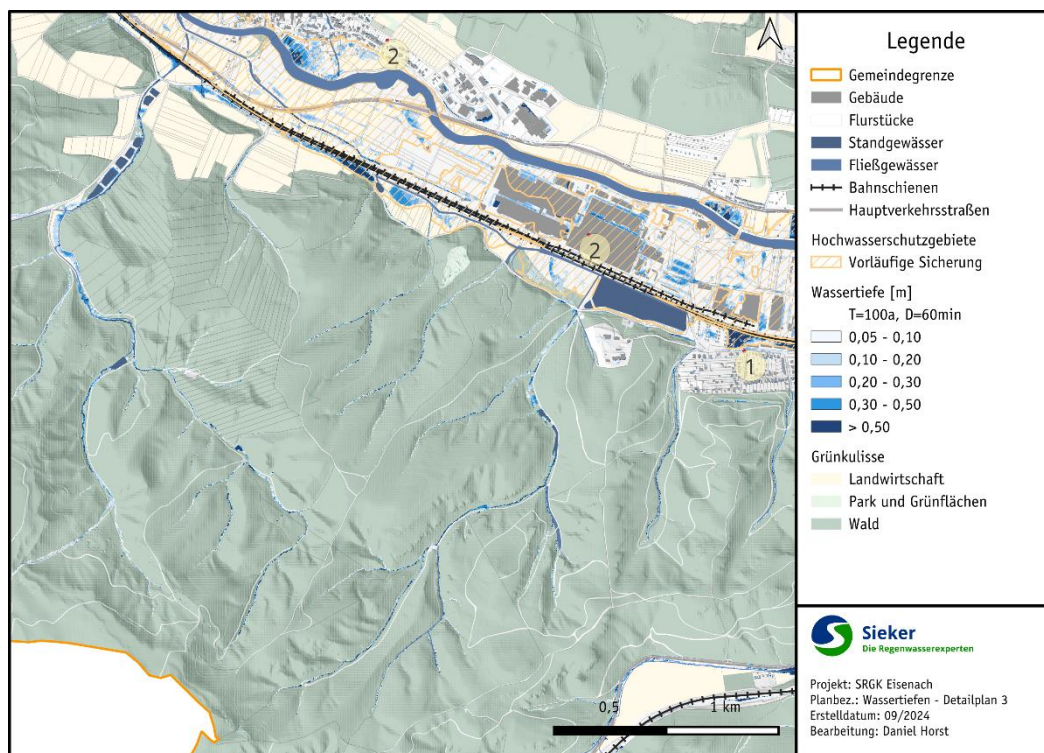


Abbildung 12: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 3 – Lastfall $T=100a$, $D=60min$

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) Siebenbornstraße/Bahndamm: Südlich des, am Opelwerks verlaufenden, Bahndamm kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zur Überlastung des Entwässerungsgrabens. Oberflächenabfluss von Wald- und Siedlungsflächen, Straßen (Brombeerweg, Am Erbstal und

Siebenbornstraße), fließt in Richtung des Bahndamms und staut sich dort. Aufgrund der Senken- bzw. Höhenlage wurde für angrenzende Gebäude ein erhöhtes Gefährdungspotential berechnet. In Bereichen nahe dem Bahndamm wurden gebäudenähe Wassertiefen von max. 100 cm berechnet. Bei einer Ortsbegehung am 16.04.2024 wurde diese potentielle Problemstelle von dem AN gesichtet (siehe Abbildung 13) und ein erhöhter Anstau im oben genannten Graben vorgefunden. Witterungsschäden an gesichteten Garagen deuten auf feuchte Verhältnisse bzw. Vernässungsschäden hin.



Abbildung 13: Links: Einstau und teilweises Übertreten des Grabens am Bahndamm, Rechts: Sicht auf den Brombeerweg und oberliegenden Waldflächen

- 2) Opelwerk: Für das Werksgelände der Firma Opel wurden erhöhte Anstauhöhen berechnet. Besonders in Bereichen tieferliegender Gebäudeöffnungen (vrsl. Anlieferungen, Zugänge zu Werkshallen etc.) wurden Anstauhöhen bis 100 cm berechnet. Auch auf Verkehrs- bzw. Parkplatzflächen ist stellenweise mit Anstauungen von bis zu 50 cm zu rechnen. Auf Grund der limitierten Zugänglichkeit des Werksgeländes war eine Sichtung am 16.04.2024 nicht möglich. Auskünfte über die Entwässerungsplanung und möglichen Regenwasserbewirtschaftungsanlagen des Werksgeländes lagen zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht vor und wurden aus diesem Grund nicht berücksichtigt.

5.4 Detailbereich 4

Im Detailbereich 4 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von gebäudenahen Geländesenken und Siedlungsbereichen in Hanglage (siehe Abbildung 14).

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) Stregda Hauptstraße/Mühlhäuser Chaussee: Sowohl im Bereich der Hauptstraße als auch im Kreuzungsbereich der Hauptstraße/Mühlhäuser Chaussee und auf süd/südöstlich liegenden Grundstücken kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zur erheblichen Anstauungen. Eine Überlastung des Mosebachs sorgt hier für Anstauungen in Verkehrsflächen als auch Siedlungsbereichen. Weiterhin kommt es zu einem nennenswerten Zufluss von landwirtschaftlichen Flächen über die Straße „Am Wasserlauf“. Hier befindet sich ein Einlaufbauwerk

für die Oberflächenabflüsse. Auf Verkehrsflächen werde stellenweise hohe Fließgeschwindigkeiten von ca. 3 m/s erreicht. In Senkenbereichen der Hauptstraße wurden Wassertiefen von bis zu 60 cm berechnet. In gebäudenahen Bereichen in der Kanalstraße sowie Mühlhäuser Chaussee finden sich mehrere Anstauungen bis ca. 60 cm. Bei einer Ortsbegehung am 16.04.2024 wurde diese potentielle Problemstelle von dem AN gesichtet (siehe Abbildung 15).

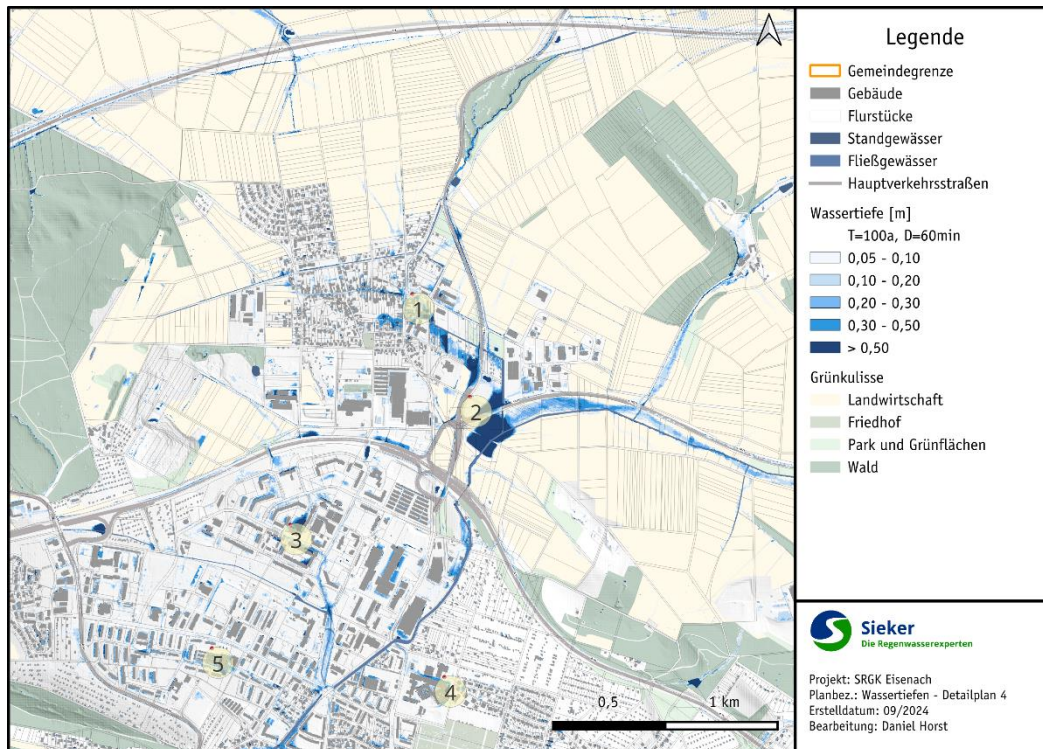


Abbildung 14: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 4 – Lastfall T=100a, D=60min



Abbildung 15: Links: Mosebach an der Madelunger Straße, Rechts: Einlaufbauwerk für Abfluss von landwirtschaftlichen Flächen, Am Wasserlauf

- 2) Stregda L1016/LL1021: Ausgehen von der Überlastung des Mosebachs und den Oberflächenabflüssen der landwirtschaftlichen Flächen bildet sich weiter südöstlich ein weiterer

Anstaubereich. Der Kreuzungsbereich der L1016 und Teile der L1021 werden überstaut. Hier wurden Wassertiefen von max. 50 cm berechnet.

- 3) Nordplatz: Im Bereich der Verkehrsflächen am Nordplatz wurden erhöhte Anstaubereiche berechnet. Ein Zufluss, von Siedlungs-, Verkehrs- und Landwirtschaftsflächen aus dem Nordwesten erfolgt hier über die Mosewaldstraße und „Am Schleierborn“. Abflüsse von landwirtschaftlichen Flächen werden hier vermutlich über die Unterführung unter der B19 im Bereich der Mosewaldstraße in unterliegende Bereiche geleitet. Die Fließgeschwindigkeit des Oberflächenabflusses erreicht stellenweise bis zu 2,5 m/s. Während auf den Parkplatzflächen am Nordplatz Wassertiefen von bis zu einem 1 m berechnet wurden, kommt es beispielsweise laut Simulationsergebnissen zu Anstauungen bis zu 3 m in Böschungsbereichen des Gesundheitszentrums (siehe Abbildung 16). Weiterhin wurden gebäudenähe Anstauungen in Siedlungsbereichen „An der Tongrube (max. 2 m) und „Am Gebräun“ (max. 70 cm) berechnet.



Abbildung 16: Links: Parkplatzfläche Nordplatz, Rechts: Böschungsbereich Gesundheitszentrum mit tiefliegenden Gebäudeöffnungen

- 4) St. Georg Klinikum: Auch für das St. Georg Klinikum wurden auf Grund der Senkenlage des Klinikums erhöhte Anstauungen ermittelt. Im Bereich einer tiefergelegenen Einfahrt im Osten der Liegenschaft kommt es zu einem Anstau von bis zu 80 cm am Gebäude und bis zu 40 cm in Verkehrs- und Parkflächen. Potentielle Zuflüsse kommen aus nordöstlicher/östlicher Richtung (Dr. Gerhard-Hasse-Straße, Elsa-Brandstrom-Allee und „Am Schäfersborn“).
- 5) Siedlungsbereiche Ernst-Thälmann-Straße: Für Siedlungsbereiche südlich der Ernst-Thälmann-Straße wurden erhöhte gebäudenähe Anstauungen berechnet. Oberflächenabflüsse sammeln sich hier in Böschungs-/Senkenbereichen ohne Abfluss. Über ein West-Ost Gefälle werden Oberflächenabflüsse (über die Rudolf-Breitscheid-Straße, Rosa-Luxemburg-Straße, Clara-Zetkin-Straße und Siedlungsflächen) in Richtung des Michelsbachs. So wurden weiterhin Anstauungshöhen von ca. 60 cm in Verkehrsflächen der Clara-Zetkin-Straße mit Fließgeschwindigkeiten von bis zu 2 m/s berechnet.

5.5 Detailbereich 5

Im Detailbereich 5 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von Geländesenken und Siedlungsbereichen in Hanglage (siehe Abbildung 17).

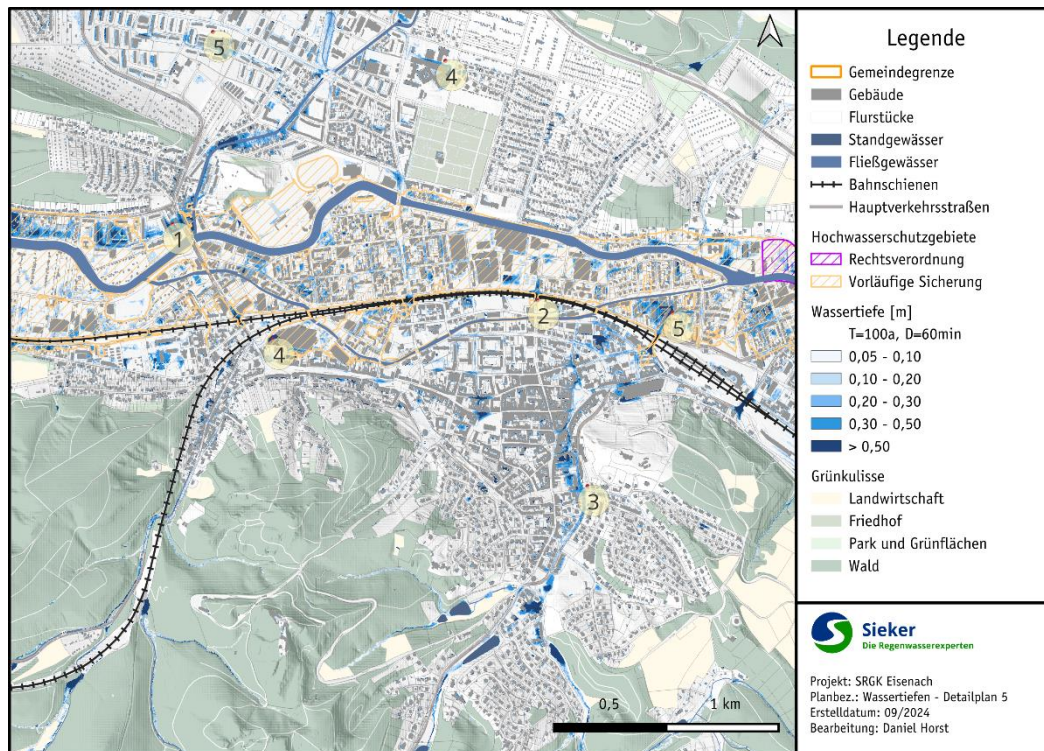


Abbildung 17: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 5 - Lastfall $T=100a$, $D=60min$

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) Michelsbach Mündung: Im Mündungsbereich des Michelsbachs kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zur Überlastung des Fließgewässers. Sowohl auf Verkehrsflächen als auch umliegenden Grundstücken wurden erhöhte Wassertiefen berechnet. Besonders in gewässernahen Bereichen zwischen der Nebestraße und Mündungsbereich kommt es zu großflächigen Anstauungen (bis max. 1 m). Auf der Kasseler Straße kommt es zu einem maximalen Anstau von 50 cm. Auf Grund des Ost-West Gefälles wird der Oberflächenabfluss weiter in Richtung von westlich liegenden Siedlungsbereichen befördert und sorgt z. B. in der Stedtfelder Straße für mehrere flächige Anstauungen bis ca. 60 cm.
- 2) Unterführung Clemdastraße: Im Unterführungsbereich der Clemdastraße wurden flächige Anstauungen bis ca. 80 cm berechnet. Zuflüsse gelangen aus dem nördlichen (Rennbahn, Heinrich-Ehrhardt-Platz, etc.) und südlichen (Clemdastraße und Karl-Marx-Straße) Bereich in die Senkenlage.
- 3) Wartburgallee: Die Wartburgallee ist eine der Hauptverbindungsstraßen im Stadtbereich. Unter ihr befindet sich in weiten Teilen der verdohlte Marienbach (bis Loberstraße). Im Starkregenfall findet ein Oberflächenabfluss auf den ursprünglichen Gewässerverlauf statt und sorgt so für Gefährdungen in unterliegenden Verkehrs- und Siedlungsbereichen. Auch seitliche Zuflüsse (z. B. von der Johan-Sebastian-Bach-Straße, Walsenstraße, Barfüßerstraße etc.) sorgen für einen zusätzlichen Zufluss. In großen Teilen wurden Fließgeschwindigkeiten von 2 m/s und stellenweise sogar über 3 m/s

errechnet. Während für die Verkehrsflächen Wassertiefen von ca. 40 cm berechnet wurden, kommt es in angrenzenden Siedlungsbereichen laut Simulationsergebnissen zu erhöhten Anstauungen. So kommt es beispielsweise im Hofbereich des Ernst-Abbe-Gymnasiums zu einem flächigen Anstau von max. 70 cm. Auch im Innenhofbereich zwischen der Wartburgalle und Kleine Löbergasse kommt es zu großflächigen Anstauungen bis max. 1,5 m. Auf Grund der fehlenden Daten zu Gebäudedurchfahrten wird davon ausgegangen die Wassertiefen für diesen Bereich nicht realitätsgetreu abgebildet werden konnten. Bei einer Ortsbegehung am 16.04.2024 wurde diese potentielle Problemstelle von dem AN gesichtet (siehe *Abbildung 18*). Provisorische und permanente Schutzmaßnahmen gegen Starkregen wie Abdeckung von Lichtschächten, Aufkantungen und Entwässerungsrinnen vor ebenerdigen Eingängen deuten auf wiederkehrende Probleme mit Starkregen hin.



Abbildung 18: Links: Innenhofbereich des Ernst-Abbe-Gymnasiums, Rechts: Provisorische Sicherung eines Lichtschachts und Vernässungsschäden an Bausubstanz im Innenhofbereich zwischen der Wartburgalle und Kleine Löbergasse

- 4) Forum Eisenach: Im Bereich der Zulieferung des Forum Eisenachs sammelt sich auf Grund der Senkenlage ein großflächiger Anstau. Durch Zuflüsse von umliegenden Verkehrs- und Siedlungsflächen (Frankfurter Allee, Kasseler Straße, Gargasse etc.) wurde hier ein großflächiger Wasserstand von 1,5 m berechnet.
- 5) Unterführung Busbahnhof: Im Unterführungsbereich am Busbahnhof wurden flächige Anstauungen bis ca. 100 cm berechnet. Zuflüsse gelangen aus dem südlichen Verkehrs- und Siedlungsbereichen in die Senkenlage. Besonders über die Verkehrsflächen der Bahnhofs-/Müllerstraße als auch Schillerstraße gelangt Oberflächenabfluss von oberliegenden Flächen südlich des Bahndamms in tiefer liegende Flächen nördlich des Bahndamms. Im Straßenbereichen wurden stellenweise Fließgeschwindigkeiten von bis zu 1,5 m/s berechnet. Der Abfluss in nördliche Senkenbereiche resultiert laut Simulationsergebnissen in einen großflächige Anstau Ecke Dresdner-/Stolzestraße.

Auch umliegende Siedlungsbereiche sind so potentiell durch erhöhte Anstauungen (bis max. 90 cm) gefährdet.

5.6 Detailbereich 6

Im Detailbereich 6 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von Geländesenken und Siedlungsbereichen in Gewässernähe (siehe Abbildung 19).

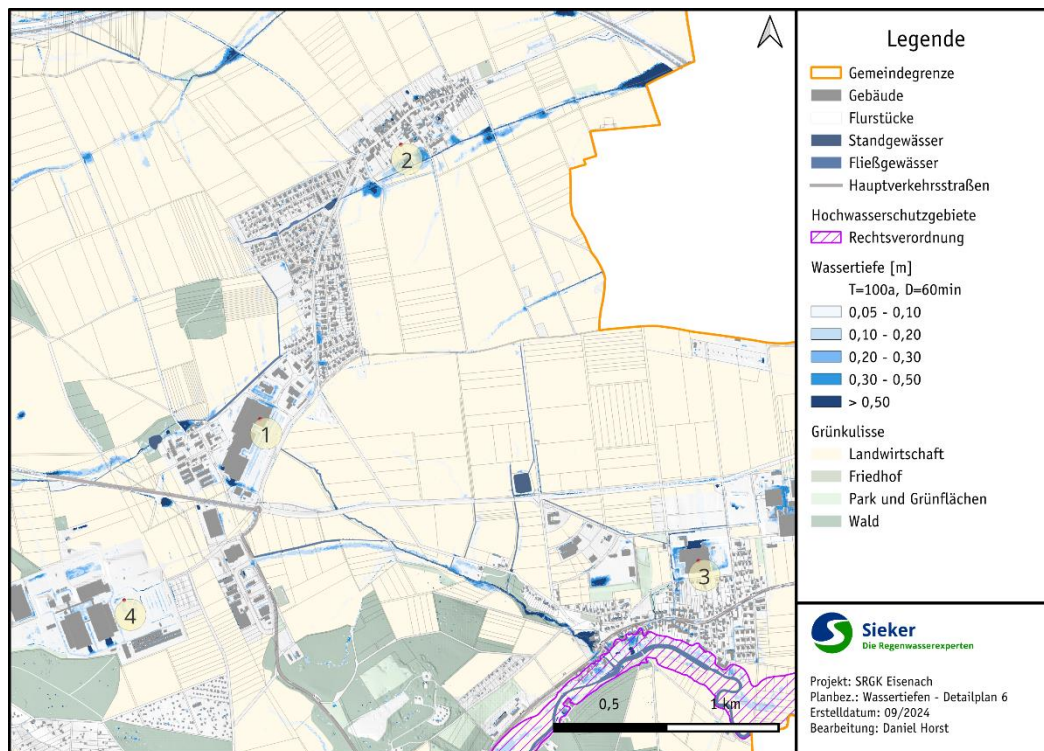


Abbildung 19: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 6 - Lastfall T=100a, D=60min

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) Einkaufszentrum Hötzelroda: Auf Parkplatzflächen sowie in Anlieferungsbereichen verschiedener Gebäude des Gewerbegebiets sammelt sich auf Grund der Senkenlage großflächige Anstauungen. Für die tiefergelegenen südlichen Bereiche des Einkaufszentrums wurden Wassertiefen bis zu 80 cm berechnet. Auf den Parkplatzflächen ist großflächig mit einem Anstau von ca. 10 cm und stellenweise von bis zu 40 cm zu rechnen. Auch im Bereich der Autohändler und Küchenmöbelgeschäft wurden erhöhte Anstauungen bis ca. 40 cm berechnet.
- 2) Siedlungsgebiet Hötzelroda: Im Siedlungsbereich angrenzend an den Weihersbach kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zu flächigen gebäudenahen Anstauungen. Oberflächenabflüsse aus der Eisenacher Straße und Schillergasse sorgen am Anfang der Schillergasse für erhöhte Wassertiefen von bis zu 70 cm. Auch im Bereich des Schillerplatzes kommt es zu wild abfließendem Wasser auf Grundstücksflächen und zahlreichen Anstauungen. Die auf den landwirtschaftlichen Flächen berechneten Anstauungen (bis ca. 40 cm) stellen keine direkte Gefährdung dar.

- 3) Stockhausen: Auf den Parkplatzflächen sowie in Anlieferungsbereichen des Autozulieferers sammeln sich auf Grund der Senkenlage großflächige Anstauungen. Für den tiefergelegenen nördlichen Bereich wurden Wassertiefen bis zu 1,5 m berechnet. Auf den westlichen Verkehrsflächen und östlichen Grünflächen ist großflächig mit einem Anstau von ca. 20 cm und stellenweise von bis zu 40 cm zu rechnen. Oberflächenzufluss gelangt über die naheliegenden Verkehrsflächen (Am Grundbach, Vor dem Melmen und An den Köpfen) auf das Grundstück und fließt teilweise in Richtung Südwesten ab, welches zu Anstauungen auf Siedlungs- und Verkehrsflächen im Bereich der Straße „Vor dem Melmen“ führt. Im Straßenbereichen wurden stellenweise Fließgeschwindigkeiten von bis zu 3 m/s berechnet. Schließlich gelangt der Oberflächenabfluss über die Nesselalstraße in die Nesse.
- 4) Firmengelände Bosch: Auf den Parkplatzflächen sowie in Anlieferungsbereichen des Firmengeländes sammeln sich auf Grund der Senkenlage großflächige Anstauungen. Für den tiefergelegenen südlichen Bereich wurden Wassertiefen bis zu 1 m berechnet. Auf den umliegenden Verkehrsflächen ist flächig mit einem Anstau von ca. 10 cm und stellenweise von bis zu 20 cm zu rechnen. Oberflächenzufluss von außerhalb des Firmengeländes tragen vrs. nicht signifikant zu der Gefährdung bei.

5.7 Detailbereich 7

Im Detailbereich 7 befinden sich mehrere Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich besonders in Bereichen von Geländesenken und Siedlungsbereichen in Hanglage (siehe Abbildung 20).

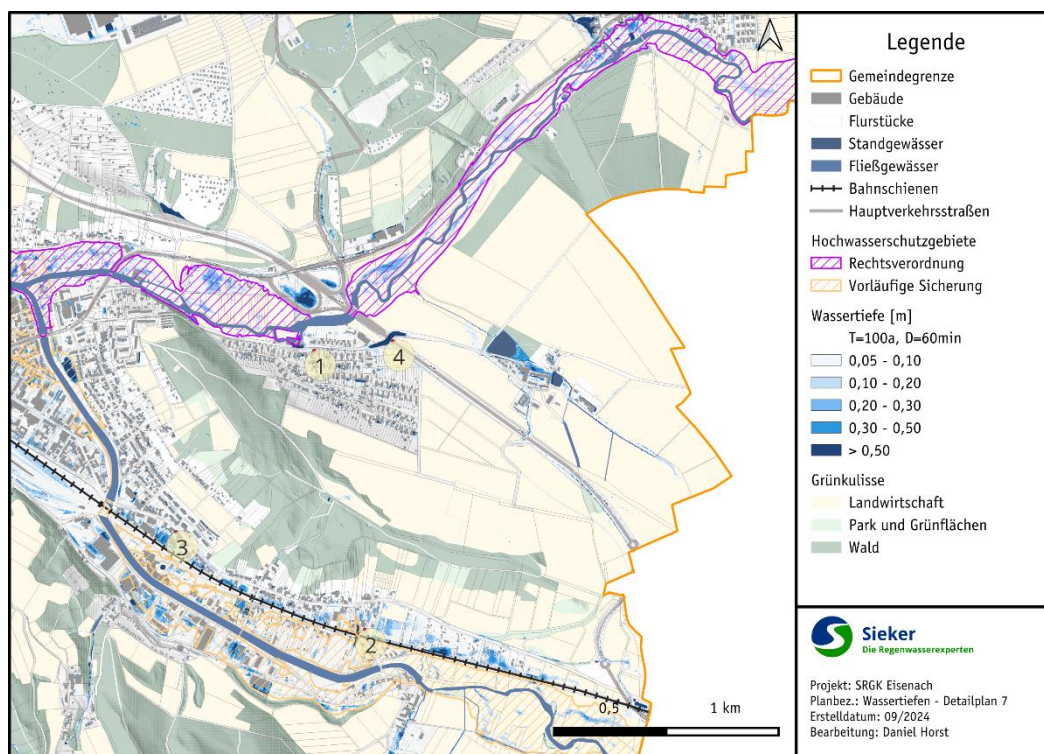


Abbildung 20: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 7 - Lastfall T=100a, D=60min

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) Hanggebiete Hofferbertaue: Für zahlreiche im Hangbereich liegende Grundstücke wurde eine erhöhte Gefährdung bei Starkregen berechnet. Hier sammelt sich, von den süd-/südöstlich angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen, abfließendes Wasser in gebäudenahen Senkenbereichen. An einigen Gebäuden, z. B. in der Finkengasse oder am Schwalbenweg, wurden Anstauhöhen von ca. 1 m berechnet. Ein beispielhaftes Bild für den Abfluss in Hanggebieten findet sich in Abbildung 21.
- 2) Unterführung Rothenhofer Weg: Im Unterführungsbereich am Rothenhofer Weg wurden flächige Anstauungen bis ca. 2,5 m berechnet. Zuflüsse gelangen aus dem nördlichen und südlichen Verkehrsflächen in die Senkenlage. Am Tage der Ortsbegehung konnte ein geringer Anstau im Tiefpunkt der Unterführung ermittelt werden (siehe Abbildung 21).



Abbildung 21: Links: Oberflächenabfluss bei Ortsbegehung, „Am Hangetal“ Rechts: Unterführung Rothenhofer Weg

- 3) Senkengebiete Gothaer Straße: Für zahlreiche im Hangbereich liegende Grundstücke (besonders an der Friedrich-List-Straße) wurde eine erhöhte Gefährdung berechnet. Hier sammelt sich, von den nördlichen angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen, abfließendes Wasser in gebäudenahen Senkenbereichen in Hangrichtung. Im Bereich der tiefergelegenen Gothaer Straße verhindert der Bahndamm den Abfluss in die Hörsel. Folglich sammelt sich der Oberflächenabfluss und sorgt in Gebäudenähe für flächige Anstauungen bis 40 cm.
- 4) Unterführung Trenkelhofer Straße: Im Unterführungsbereich am Trenkelhofer Straße Weg wurden flächige Anstauungen bis zu 3 m berechnet. Zuflüsse gelangen aus dem westlichen und östlichen Verkehrsflächen sowie Siedlungs- und Landwirtschaftsflächen in die Senkenlage.

5.8 Detailbereich 8

Im Detailbereich 8 befinden sich ein Überflutungsschwerpunkt. Dieser findet sich in bebauten gewässernahen Bereichen (siehe Abbildung 22).

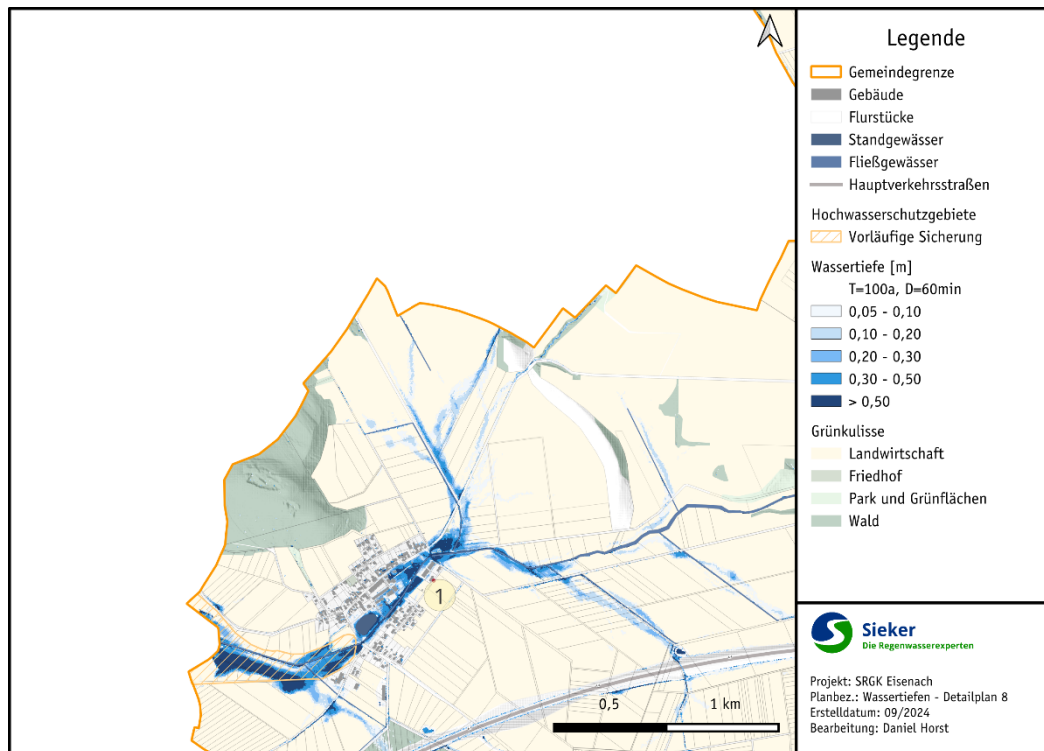


Abbildung 22: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 4 - Lastfall T=100a, D=60min

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) **Madelungen:** Im Siedlungsbereich angrenzend an die Madel kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zur Überlastung des Kentelgrabens und damit einhergehendem großflächigen Anstau von Oberflächenabflüssen. Der Oberflächenabfluss, welcher größtenteils von landwirtschaftlich genutzten Flächen stammt, sorgt in gewässernahen Bereichen für Anstauungen bis 1 m. Auf den Verkehrsflächen (z. B. der Max-Kürschner-Straße) erreicht der Oberflächenabfluss Fließgeschwindigkeiten von bis zu 1 m/s bei einem Anstau von max. 20 cm.

5.9 Detailbereich 9

Im Detailbereich 9 befinden sich zwei Überflutungsschwerpunkte. Diese finden sich in bebauten gewässernahen Bereichen und Senkenlagen in Siedlungsgebieten (siehe Abbildung 23).

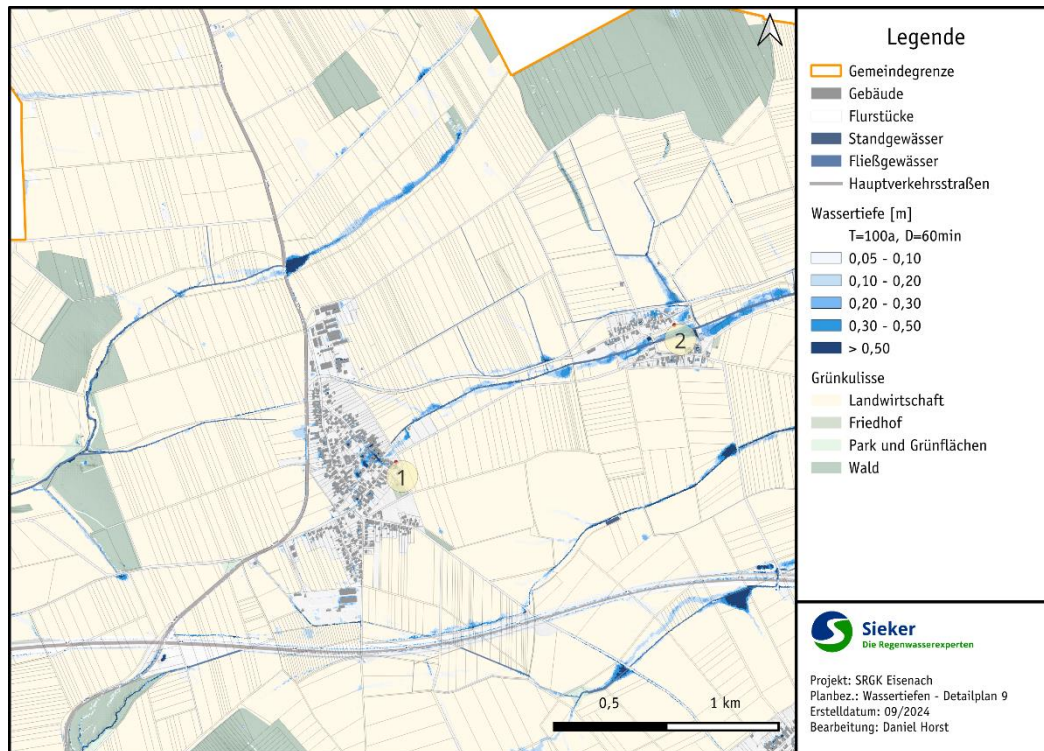


Abbildung 23: Berechnete Wassertiefen für den Detailbereich 9 - Lastfall T=100a, D=60min

Folgende Überflutungsschwerpunkte wurden identifiziert:

- 1) **Neukirchen:** Im Zentrum von Neukirchen kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zu großflächigen Anstauungen auf Verkehrs- und Siedlungsflächen. Über ein West-Ost Gefälle gelangen Oberflächenabflüsse von Siedlungs- und Landwirtschaftsflächen in das Zentrum des bebauten Gebiets. Hier wurden besonders Grundstücke rund um die Lerchenberger Straße und „Am Teich“ flächige Anstauungen von bis zu 1 m errechnet. Auf den Verkehrsflächen erreicht der Oberflächenabfluss Fließgeschwindigkeiten von bis zu 2 m/s bei einem Anstau von max. 60 cm. Ein Abfluss erfolgt in Richtung des Gewässers „Böber“ im Bereich der Kreuzung Lerchenberger Straße/Am Teich.
- 2) **Berteroda:** Im Zentrum von Berteroda kommt es laut Simulationsergebnissen bei einem Jahrhundertregen zu großflächigen Anstauungen auf Siedlungsflächen. Über ein West-Ost und Nord-Süd-Gefälle gelangen Oberflächenabflüsse von Landwirtschaftsflächen auf Grundstücke „Am Schlöbchen“. Hier wurden flächige Anstauungen von bis zu 40 cm errechnet.

6 Ergebnisdarstellung - Starkregenrisiko

Aus den Wassertiefen der Starkregengefahrenkarte lassen sich auch Planungshinweise ableiten. In diesem Projekt wird dazu eine vereinfachte Starkregenrisikokarte genutzt. Eine Risikokarte dient im Vergleich zu einer Gefahrenkarte nicht nur dazu die Eintrittswahrscheinlichkeit und Gefährdung zu visualisieren, sondern auch die Vulnerabilität der einzelnen Gebiete mit einzubeziehen. Um das Risiko für Menschen und deren Besitz zu evaluieren, empfiehlt der LUBW Leitfaden eine Risikoanalyse für die Gebäude im Bearbeitungsgebiet. Kritische Infrastrukturen wie Schulen, Krankenhäuser, Feuerwehrwachen und ähnliche sollten in dieser Risikobetrachtung gesondert und intensiv analysiert werden.

In einer vereinfachten Starkregenrisikokarte werden die berechneten Wasserhöhen, für den Modellregen KOSTRA-DWD T=100a, D=60min, auf die Gebäude übertragen und anhand des dort auftretenden Wasserstandes farblich nach dem Überflutungsrisiko eingefärbt. Aus dem Rasterdatensatz mit den Wassertiefen werden zunächst alle Höhen unter 10 cm entfernt, da diese als nicht kritisch für die meisten Gebäude eingestuft werden. Für jedes Gebäude werden anschließend die mittleren Wasserhöhen über ein GIS-Abfrage berechnet. Dabei finden auch die Wasserstände mit bis zu 1 m Abstand zum Gebäude Berücksichtigung. Dieser 1 m-Puffer dient dazu Überschwemmungen, welche nicht exakt an die Gebäude grenzen, sich aber in der unmittelbaren Umgebung befinden, mit in die Risikobetrachtung einzubinden. Auch diese können zu Schaden im Grundstücks- und Gebäudebereich führen. Das Überflutungsrisiko ergibt sich dann aus dem mittleren Wasserstand an den Gebäuden und lässt sich in drei Kategorien teilen: mäßig (10 – 30 cm), hoch (30 – 50 cm) und sehr hoch (>50 cm) (siehe Abbildung 24).

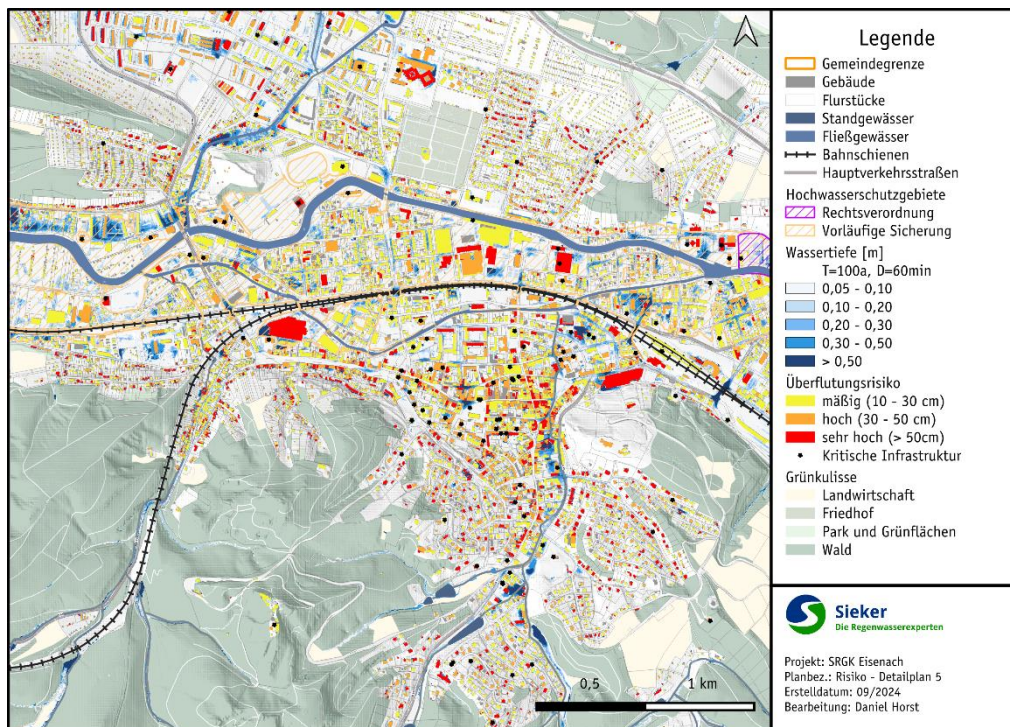


Abbildung 24: Überflutungsrisiko Detailbereich 5 - Lastfall T=100a, D=60min

Aus der generierten Überflutungsrisikokarte lassen sich Planungshinweise für einzelne Gebäude ablesen und können in Kombination mit einem Datensatz zu kritischer Infrastruktur dazu genutzt werden Maßnahmen an Gebäuden und auf Quartiersebene zu planen. Dabei ist die Priorisierung dieser Maßnahmendurchsetzung der Stadt überlassen.

In Abbildung 24 ist beispielhaft die Starkregenrisikokarte für den Ausschnitt des Teilbereich 5 dargestellt. Da eine Risikoanalyse nur auf Grundstücksebene sinnvoll ist, wird in diesem Bericht von einer weiteren Erläuterung abgesehen. Übersichtskarten finden sich im Anhang und die Daten zur Risikoeinschätzung in dem GIS-Projekt im Anhang.

7 Starkregenrisikomanagement und Maßnahmenkatalog

Die Thematik der Starkregenvorsorge bedarf einer Berücksichtigung von den gesamstädtischen Flächennutzungsplänen bis hin zur B-Plan Ebene. Auf Basis der Starkregengefahrenkarte und der Starkregenrisikokarte sollten gesamstädtisch prioritäre Gebiete und damit verbundene Handlungsfenster identifiziert werden, in denen die Umsetzung von Maßnahmen zur Starkregenvorsorge möglich ist. Für diese Handlungsfenster, z. B. Neuauflage des Flächennutzungsplans, beim Straßenumbau, Neugestaltung öffentlicher Grünanlagen, (Um-)Bau öffentlicher Einrichtungen etc., ist es wichtig die Starkregenthematik möglichst früh in den Planungsprozess zu integrieren und die Finanzierung für die Umsetzung der Maßnahmen zu klären. Weiterhin ist zu prüfen, ob die Rechtslage (Planungsrecht, Wasserrecht etc.) eine problemlose Umsetzung dieser Maßnahmen gewährleistet oder ob es möglicherweise zu Konflikten kommen kann. Je nachdem um welchen Flächentyp es sich bei dem betrachteten Gebiet handelt, sollte eine multifunktionale Nutzung der Flächen in Bezug auf eine wassersensible Stadtplanung geprüft werden.

Ein großer Beitrag zur Starkregenvorsorge auf privaten und öffentlichen bebauten Flächen kann durch die Anpassung von B-Plänen geleistet werden. Für jeden B-Plan sollte ein Regenwasserkonzept entwickelt werden, welches Aussagen zu der Versickerungsfähigkeit des Bodens, der Gefällesituation, der Vorflutsituation und auch der Hitzeproblematik und der Wasserhaushaltsbilanz trifft. Weiterhin sollte eine Alternativenprüfung schon in der Bedarfsplanung vor der Vorplanung erfolgen. Zudem müssen jegliche Maßnahmen, die in einem B-Plangebiet zur Vorsorge des Starkregens durchgeführt werden sollen, auf ihre Genehmigungsfähigkeit mit den zuständigen Behörden geprüft werden. Weiterhin empfiehlt es sich konsequent ein Konzept zum Überflutungsschutz zu verlangen und über einen rechnerischen oder graphischen Überflutungsnachweis den Überflutungsschutz der einzelnen Planungsgebiete zu sichern. Auch ist es empfehlenswert Festsetzungsvorschläge für den B-Plan auf Basis des bestehenden Planungs- und Wasserrechts zu definieren.

7.1 Starkregenrisikomanagement als kommunale Gemeinschaftsaufgabe

Eine Starkregenanalyse, inkl. einer Gefährdungs- und Risikoanalyse, ist ein entscheidendes Planungsinstrument, um den Herausforderungen von Starkregenereignissen in urbanen Gebieten wirksam zu begegnen. Sie dient als Grundlage für eine umfassende Maßnahmenplanung und ein effektives Starkregenrisikomanagement, welche darauf abzielen, Überflutungsrisiken zu reduzieren und die Resilienz der Stadt gegenüber extremen Wetterereignissen zu erhöhen. Durch die detaillierte Analyse und Visualisierung potenzieller Gefahrenzonen lassen sich gezielte Schutzmaßnahmen entwickeln, die zur Sicherheit der Bevölkerung und zur Sicherung städtischer Infrastrukturen beitragen.

Um eine möglichst effektive Maßnahmenplanung zu garantieren, sollten verschiedene städtische Planungsbereiche eng zusammenarbeiten. Dazu gehören:

- Stadt- und Raumplanung/Bauleitplanung: Zur Festlegung von Flächennutzungen, die starkregen anfällige Gebiete berücksichtigen. Über eine wassersensible Bauleitplanung lassen sich Vorsorgemaßnahmen in Bauvorschriften und Bebauungspläne fördern.
- Verkehrsplanung: Zur Anpassung der Infrastruktur, insbesondere in tiefliegenden oder stark versiegelten Bereichen, um unkontrollierte Überflutungen von Straßen, Unterführungen und Bahnhöfen zu verhindern.
- Freiraum- und Landschaftsplanung: Für die Gestaltung von Parks, Grünflächen und urbanen Freiräumen, die als natürliche Retentionsflächen genutzt werden können, um Starkregenwasser aufzufangen und zu versickern.
- Kanal- und Entwässerungsplanung: Um bestehende Entwässerungssysteme zu überprüfen und gegebenenfalls zu optimieren, sodass sie auch bei intensiven Regenereignissen funktionsfähig bleiben bzw. unkontrollierte Überflutungen besonders gefährdeten Bereichen möglichst reduziert werden.

Durch eine integrierte Zusammenarbeit dieser Planungsbereiche wird eine ganzheitliche Strategie entwickelt, die den Anforderungen einer wassersensiblen Stadtentwicklung gerecht wird. Eine Starkregenrisikokarte liefert dabei die notwendige Datengrundlage, um Prioritäten zu setzen, Investitionen gezielt zu steuern und die Stadt langfristig gegen die Folgen von Starkregen aber auch Hitze zu schützen.

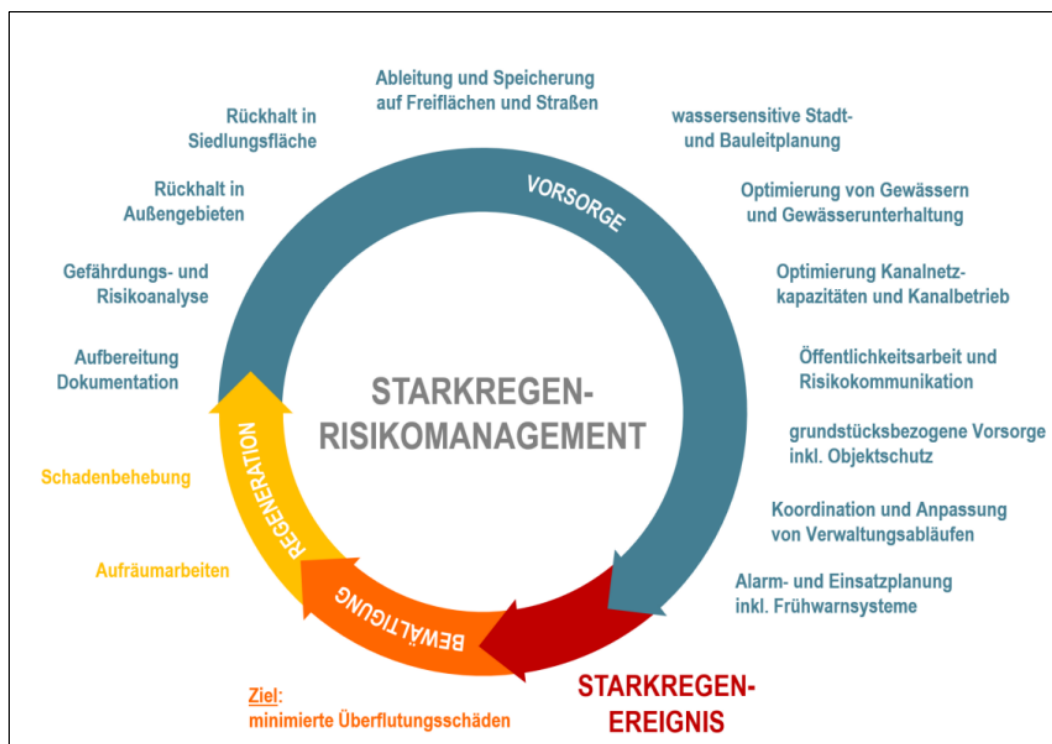


Abbildung 25: Kreislauf des Starkregenrisikomanagements (Quelle: Handlungsempfehlungen zur Erstellung von Starkregengefahrenkarten im Saarland, Hochschule Kaiserslautern; Stand: April 2019)

Das Starkregenrisikomanagement wird als eine „kommunale Gemeinschaftsaufgabe“ beschrieben und sollte nachhaltig und dauerhaft in Planungs- sowie Entscheidungsprozesse der Verwaltung integriert werden (siehe Abbildung 25). Eine Fortschreibung bzw. Revalierung des gesamtstädtischen

Gefährdungspotentials und Überflutungsrisikos ist essentiell, um beispielsweise evtl. neuauftretende Problemstellen zu identifizieren oder den Erfolg von umgesetzten Maßnahmen zu kommunizieren.

7.2 Maßnahmen der wasser- und starkregensensiblen Stadtplanung

Ziel einer wassersensiblen Stadtplanung sollte sein, urbane Räume so zu gestalten, dass sie sowohl den Wasserhaushalt verbessern als auch die Widerstandsfähigkeit gegenüber Starkregenereignissen stärken. Hier ist der Ansatz der Schwammstadt zu verfolgen und die Stadt möglichst wasser- und starkregensensibel umgebaut werden. Zahlreiche dieser Maßnahmen wirken sich positiv auf klimatologische Parameter aus und verringern so z. B. durch erhöhte lokale Verdunstung die Hitzeinseleffekte in starkbebauten Siedlungsbereichen.

Die Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz vor Starkregen ist nicht ausschließlich die Aufgabe der Verwaltung. Zwar können über planerische Anpassungen bekannte Gefährdungssituationen über Anpassungen der Flächennutzung im öffentlichen Raum (z. B. durch Schaffung von Notwasserwegen, Festlegung von Bereichen zur Sammlung von Starkregenabflüssen etc.) entschärft werden, der Schutz des privaten Eigentums obliegt jedoch den Bürgern und Bürgerinnen. Grundstückseigentümer sind also verantwortlich ihr Eigentum vor Schäden im Starkregenfall, z. B. über mobile oder permanente Schutzmaßnahmen, zu schützen.

Gleichzeitig sollte Regenwasser als wertvolle Ressource verstanden und genutzt werden. Maßnahmen zur Sammlung und Wiederverwendung in Gärten, Grünflächen oder zur Bewässerung sind hier vorstellbar. Darüber hinaus spielen auch organisatorische Maßnahmen eine entscheidende Rolle: Aufklärung der Bevölkerung, präventive Bauvorschriften und eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten sind notwendig, um eine widerstandsfähige und lebenswerte Stadt zu gestalten.

Im folgenden Unterkapitel werden beispielhafte Maßnahmen zur wasser- und starkregensensiblen Stadtentwicklung aufgelistet. Eine genauere Beschreibung der Maßnahmen findet sich in der empfohlenen Literatur.

7.2.1 Wiederherstellung des naturnahen Wasserhaushalts

Die Wiederherstellung des naturnahen Wasserhaushalts bietet zahlreiche Vorteile für die Starkregenvorsorge. Indem Regenwasser vor Ort versickern kann, wird die Überflutungsgefahr verringert, da die Kanalisation entlastet und die Versickerungskapazität erhöht. Dadurch wird die Grundwasserneubildung gefördert und die Wasserversorgung verbessert. Gleichzeitig wirken Maßnahmen temperaturregulierend und verbessern das Mikroklima in Städten, da Verdunstung zur Kühlung beiträgt und den Hitzeinseleffekt zu mindern. Ein Regenwasserrückhalt auf privaten und öffentlichen Flächen reduziert außerdem den Oberflächenabfluss in tieferliegende Bereiche.

Beispielhafte Maßnahmen werden im Folgenden aufgelistet:

- Verdunstung erhöhen
 - Gründächer: Vegetations- und Retentionselemente auf Dächern, die Regenwasser speichern und verdunsten, reduzieren die Abflussmenge und verbessern das

Mikroklima. Diese der klimatische Mehrwert variiert je nachdem, ob es um ein extensives oder intensives Gründach handelt.

- Fassadenbegrünung: Begrünte Gebäudefassaden (erd- oder fassadengebunden) zur Kühlung, Verbesserung der Luftqualität und zusätzlichen Verdunstung. Häufig kombiniert mit einer Regenwassernutzung mittels einer Regenwasserzisterne.
- Verdunstungsbeete: Spezielle Pflanzbeete zur Zwischenspeicherung und Versickerung, die Wasser verdunsten lassen, was die Luftfeuchtigkeit erhöht und die Umgebung kühlt. In den meisten Fällen empfiehlt sich ein gedrosselter Abfluss bzw. Notüberlauf in ein angeschlossenes Versickerungselemente oder Vorfluter.
- Flächenentsiegelung & Begrünung: Rückbau versiegelter Flächen zur Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen und Förderung der Verdunstung über Bepflanzungen.
- Versickerung fördern
 - Flächenversickerung: Unversiegelte Flächen, die Wasser direkt ins Erdreich infiltrieren lassen, reduzieren den Oberflächenabfluss. Besonders für Bereiche mit einer großen Flächenverfügbarkeit geeignet.
 - Mulden- und Mulden-Rigolen-Versickerung: Vertiefungen im Boden zur temporären Wasserspeicherung (normalerweise 30 cm) und langsamen Versickerung, bei schwierigeren Bodenverhältnissen oder Platzverhältnissen unterstützt durch unterirdische Rigolen.
 - Tiefbeete: Eingesenkte Pflanzflächen zur verbesserten Wasseraufnahme und -speicherung. Besonders geeignet für Bereiche mit einer geringer Flächenverfügbarkeit wie z. B. Siedlungsstraßen, Fußgängerbereiche etc.
 - Wasserdurchlässige Bodenbeläge: Einsatz von permeablen Materialien (z. B. Rasengittersteine) die Regenwasser durchsickern lassen und so die Grundwasserneubildung fördern und den Abfluss reduzieren.
- Rückhaltung und Abflusssteuerung
 - Retentionsdächer (Garagen und Terrassen): Dächer mit Speichermodulen, die Regenwasser sammeln und verzögert abgeben. Besonders effizient in beengten Flächenverhältnissen und in Kombination mit einer Regenwasserkaskade – mehrere Bewirtschaftungselement in Reihe geschaltet.
 - Rigolen: Unterirdischer Speicher die Regenwasser aufnehmen und langsam in den Boden abgeben oder gedrosselt ableiten. Je nach Flächenverfügbarkeit als Kies- oder Füllkörperrigole ausführbar. Kombination mit darüber verorteten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen möglich (Mulde, Tiefbeet, Verdunstungsbeet, Flächenversickerung etc.).
 - Regenwasserzisterne: Tanks zur Regenwasserspeicherung für spätere Nutzung (z. B. Bewässerung, Grauwassernutzung etc.), reduziert den Trinkwasserverbrauch. Kombination mit einem Brauchwassersystem möglich.

- Semizentrale Anlagen: Lokale Rückhaltesysteme wie Retentionsbecken, die Regenwasser sammeln und gedrosselt ableiten oder versickern. Besonders geeignet für die Bereich mit einer guten Flächenverfügbarkeit.



Abbildung 26: Links oben: Intensive genutztes Gründach in Berlin - Solon; Rechts oben: Tiefbeete im Straßenbereich - Mannheim Taylor Baracks; Unten: Bäume in Retentionsmulden - Berlin

Empfohlene Literatur:

- Berliner Regenwasseragentur: Dachbegrünung, Stand April 2022
- BGS (Hrsg.) (2020): BlueGreenStreets als multicodierte Strategie zur Klimafolgenanpassung – Wissenstand 2020, April 2020, Hamburg. Statusbericht im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z)
- DWA (2013): Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen - Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014. Hennef.
- DWA (2020): DWA-Arbeitsblatt 138-1 (Entwurf): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.
DWA: Hennef.

- fBR (2016): fBR-Hinweisblatt H 101 - Kombination der Regenwassernutzung mit der Regenwasserversickerung. fbr-Dialog GmbH. Darmstadt
- KURAS (2016): Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme.
- Kruse, E. (2015): Integriertes Regenwassermanagement für den wassersensiblen Umbau von Städten.
Großräumige Gestaltungsstrategien, Planungsinstrumente und Arbeitsschritte für die Qualifizierung
innerstädtischer Bestandgebiete. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart.
- LANUV (Hrsg.) 2015: LANUV-Arbeitsblatt: Kühlleistung von Böden. Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW. Recklinghausen.
- Riechel, M. et al. (2017): Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.

7.2.2 Regenwasser als Ressource nutzen

Besonders in Zeiten des Klimawandels wird Regenwasser immer mehr zu einer knappen Ressource. Um vitale städtische Grün- und Vegetationsflächen bzw. den Schutz des Grundwassers zu fördern, ist die Reinigung vom belastetem Regenwasser essentiell. Dies ist besonders relevant, wenn es der Oberflächenabfluss von belasteten Flächen wie z. B. Verkehrsflächen stammt und über Rinnensystem modifizierten Pflanzenquartiere der Vegetation zugeführt wird.

Beispielhafte Maßnahmen werden im Folgenden aufgelistet:

- Vorreinigung
 - Straßenwasserfilter: Filteranlagen, dezentral (z. B. als Einsätze für Straßeneinläufe) oder semizentral (z. B. als Stauraumkanal mit Filteranlage), zur Schadstoffentfernung aus Straßenabflüssen vor der Versickerung.
 - Filterrinnen: Rinnen mit integrierten Filtersäcken, die grobe Verunreinigungen aus dem Oberflächenabflüssen entfernen. Besonders geeignet für die dezentrale Reinigung von mittel belasteten Abflüssen in Gewerbe- oder Industriegebieten.
 - Bodenretentionsfilter: Erdreichbasierte Filter, die Schadstoffe vor der Versickerung zurückhalten. Besonders geeignet für die semizentrale Reinigung stark belasteten Abflüssen in Gewerbe- oder Industriegebieten.
- Wasser für Pflanzen verfügbar machen
 - Erhalt nutzbarer Böden: Schutz und Förderung der Bodenstruktur zur besseren Wasseraufnahme und Verminderung von Erosion. Besonders relevant in ländlichen und zur Landwirtschaft genutzten Gebieten aber z. B. auch in Flussauen.
 - Zuleitung von Regenwasser über Muldensteine oder Rinnensysteme: Systeme zur gezielten Wasserführung zu Pflanzenflächen. Bedarf einer dementsprechenden Höhenplanung von Straßen-, Verkehrs- und Platzflächen. Wahl des Rinnensystems ist abhängig von der anfallenden Wassermenge und statischen Belastung.

- Randstein mit/ohne Lücken: Modifizierte Bordsteine zur Erleichterung des Wassereintritts in angrenzende Grünflächen. Besonders geeignet auf Platzflächen oder Siedlungsstraßen in Kombination mit Tiefbeeten, Versickerungsmulden oder optimierten Baumstandorten.



Abbildung 27: Links oben: Filterrinne an Grundstücksgrenze – Berlin Friedrichshain; Rechts oben: Randstein mit Lücke und Muldenstein – Hoppegarten; Unten: Bewachsener Bodenretentionsfilter – Hoppegarten Industriegebiet

Empfohlene Literatur:

- Balder et al. (2018): Befunde zur Verwendung von Bäumen in Muldensystemen im Rahmen der Regenwasserbewirtschaftung. In: ProBaum (4/2018). Berlin.

- BGS (Hrsg.) (2022): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere. Hamburg.
- DWA (2021): DWA-Arbeitsblatt 102-2/BWK-A 3-2 -Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen - Dezember 2020; Stand: korrigierte Fassung Oktober 2021. Hennef
- Grotehusmann, D. et al. (2015): Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb. Aktualisierte 2. Auflage, Stand 2015. MKULNV (Hrsg.). Düsseldorf
- Jäger, B. (2017): Entwässerung & Rinnensysteme. Mengen.
- SenUVK (2018): Leistungsfähigkeit von praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext. Berlin
- Sommer, H. et al. (2016): Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen - Übersicht verfügbarer Anlagen. Hoppegarten.

7.2.3 Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe

Starkregenvorsorge ist eine gemeinschaftliche Aufgabe die sowohl öffentliche als auch private Akteure betrifft. Neben dem Schaffen von (temporären) Retentionsräumen, also schadlos überflutbare Flächen wie z. B. natürliche Geländesenken oder als Sportplätze oder Parkplätze, sorgt eine gezielte Abflusslenkung mittels Notwasserwegen dafür Niederschlagswasser im Starkregenfall schadlos zuleiten. Für den Objektschutz von Gebäuden in Gefährdungsbereichen sind Aufkantung, feste und mobile Schutzeinrichtungen sowie präventive Bauplanung essenziell, um Gebäude vor eindringendem Wasser zu schützen und Starkregenschäden zu minimieren.

Beispielhafte Maßnahmen werden im Folgenden aufgelistet:

- Retentionsräume schaffen
 - Schadlos überflutbare Flächen (mit Mehrfachnutzung): Flächen, die bei Starkregen temporär schadlos geflutet werden können, reduziert das Überflutungsrisiko von unterliegenden Bereichen. Beispiele: Sportplätze, Parkplätze, (Teile) öffentlicher Plätze, Straßenkreuzung oder ähnliche Bereiche.
 - Natürliche Geländesenken: Schutz bestehender Senken als natürlicher Ort der Zwischenspeicherung/Versickerung. Besonders relevant in ländlichen Bereichen und Randbereichen der städtischen Bebauung.
- Abflusslenkung
 - Notwasserwege: Geplante Wege zur sicheren Ableitung von überschüssigem Regenwasser bei Starkregen. Idealerweise werden diese im Bauleitverfahren festgesetzt um eine Umsetzung zu garantieren.
 - Natürliche Rinnensysteme: Nutzung und Optimierung von bestehenden oder natürlichen Rinnensystem (Entwässerungskanäle/-gräben, Tiefenlinien in

Hangbereichen etc.) zur effizienten Wasserableitung. Eine Freihaltung von Bebauung ist essentiell.

- Objektschutz
 - Aufkantungen und Schwellen: Barrieren um Gebäude(-öffnungen), die das Eindringen von Wasser verhindern. Besonders relevant an ebenerdigen oder tieferliegenden Gebäudeeingängen wie Eingängen, Licht- und Lüftungsöffnungen, Kellerabgänge o. Ä.
 - Feste und mobile Schutzeinrichtungen: Lösungen wie druckdichte Fenster/Türen, Flutbarrieren und Sandsäcke zum Schutz von Gebäuden. Auch (semi-) automatische Systeme verfügbar.
 - Präventive Planung: Vorausschauende Bauplanung zur Minimierung von Starkregenwasserschäden wie z. B. durch Anheben des Gebäudes (OKFF), Vorsehen von Freiflächen für einen schadlosen Einstau bei Starkregen, Freihalten von Notwasserwegen, Auslegung des Rückhalts von Regenwasser auf ein 30- oder 100-jährliches Regenereignis etc.



Abbildung 28: Links oben: Starkregenrückhalt für Überstau von Rigolen; Rechts oben: Notwasserweg an Park – Hamburg (Quelle: BGMR, 2022); Unten: Temporärer Einstau von Spielplatzfläche (Quelle: Projekt MURIEL, 2015)

Empfohlene Literatur:

- BBSR (2015): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.
- BBSR (2018): Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.
- BMI (2018): Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat: Berlin
- LAWA (2018): LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Erfurt.
- Projekt MURIEL, z. B.: Benden, J. et al. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation.
- Stadt Köln (2017): Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln. Stadtentwässerungsbetriebe Köln. Köln.

7.2.4 *Wassersensible Freiräume und Landschaftsplanung*

Natürliche sowie unbebaute Flächen und deren Nutzung spielen eine essentielle Rolle in der Maßnahmenplanung zur Starkregenvorsorge. Hierzu zählen die multifunktionale Nutzung urbaner Grünflächen zur Wasserspeicherung, die ökologische Aufwertung von Gewässern sowie der angepasste Umgang mit Wasser in der Landwirtschaft. Diese Maßnahmen tragen nicht nur zur Reduzierung des Oberflächenabflusses bei, sondern fördern auch die Biodiversität, Klimaanpassung und die Lebensqualität in betroffenen Gebieten.

Beispielhafte Maßnahmen werden im Folgenden aufgelistet:

- Multifunktionale Nutzung von Grünflächen
 - Semi-zentrale Versickerungsmulden & Rückhaltebecken: Wasserretention in urbanen Freiflächen (z. B. Parkanlagen oder Grünstreifen) zur Reduzierung des Abflusses. Auch als kaskadierende Systeme in Hanglagen denkbar.
 - Teiche: Wasserflächen zur Speicherung und Verdunstung, zusätzlich zur Erhöhung des Freizeitwerts. Ggf. mit gedrosselter Ableitung in Vorfluter oder sonstiger Nutzung.
- Aufwertung von Gewässern
 - Renaturierung: Wiederherstellung natürlicher Fließgewässerstrukturen (Entfernen von Verdolungen und anderen technischen Gewässerstrukturelementen) zur Verbesserung der Retentionskapazität. Naturnahe Ausgestaltung fördert die Verzögerung des Oberflächenabflusses und Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit.
 - Naturnahe Uferbereiche: Entwicklung von Ufern, die bei Starkregen überflutet werden können. Wirkt sich positiv auf die Abflussverzögerung aus.

- Rückhalt in der Landwirtschaft
 - Konservierende Bodenbearbeitung: Schutz vor Erosion und Förderung der Wasseraufnahme. Maßnahmen können z. B. Pfluglose Bodenbearbeitung, Nutzung von Mulchsaat, der Zwischenfruchtanbau, Streifenfruchtanbau o.Ä.
 - Begrünung von Tiefenlinien: Verhinderung von Bodenabtrag und Reduzierung des Oberflächenabflusses. Mehrfachnutzung durch Energiegewinnung der Rohmasse möglich.
 - Hangparallele Flurgestaltung: Verringerung des Oberflächenabflusses durch horizontale Bewirtschaftung.

Empfohlene Literatur:

- Benden, J. et al. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation.
- Billen, N. und Aurbacher, J. (2007): Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz. 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen. Ein Maßnahmen-Ratgeber für verschiedene Umsetzungsebenen. Hohenheim
- BMVEL (2002): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion.
- Bonn.
- DWA (2010): DWA-Regelwerk, M 610. Neue Wege der Gewässerunterhaltung - Pflege und Entwicklung von Fließgewässer. DWA. Hennef.
- DWA (2015a): Merkblatt DWA-M 522: Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken. DWA.
- Hennef
- DWA (2015b): Merkblatt DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. DWA: Hennef.
- LUBW (2021): Ökokonto und Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer.
- Schwaller, G. (2006): Einfluss von Maßnahmen der Gewässerentwicklung auf den Hochwasserabfluss
- Tussing, K. et al. (2016): Dezentraler Hochwasserschutz im ländlichen Raum. Landesamt für Umwelt,
- Landwirtschaft und Geologie. Dresden.
- Zander, O. et al. (2015): Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz - Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und Methoden zu ihrer Erfolgskontrolle. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. Hannover.

7.2.5 Planerische Starkregenvorsorge: Von Bauleitplanung bis Frühwarnsysteme

Ein wesentlicher Bestandteil der Starkregenvorsorge in Planungsprozessen der Verwaltung spielt die Bauleitplanung, in der wassersensible Maßnahmen durch rechtlich verbindliche Festsetzungen verankert werden können. Sie ermöglicht eine nachhaltige und risikobewusste Flächennutzung. Ergänzend dazu ist eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit und Risikokommunikation entscheidend, um die Bevölkerung über gefährdete Bereiche und geplante bzw. umgesetzte Starkregenmaßnahmen aufzuklären.

Im operativen Bereich spielen Alarm- und Einsatzpläne eine zentrale Rolle, da sie strukturierte Handlungsanweisungen für eine schnelle Reaktion auf Starkregenereignisse bereitstellen. Abgerundet wird der Schutz durch Frühwarnsysteme, die auf meteorologischen Daten basieren und eine rechtzeitige Warnung vor Starkregen und Überflutungen ermöglichen. Diese koordinierten Maßnahmen tragen dazu bei, die Resilienz von Siedlungsgebieten gegenüber hydrologischen Extremereignissen zu erhöhen.

Die Maßnahmen werden im Folgenden aufgelistet:

- Festsetzungen in der Bauleitplanung: Integration wassersensibler Maßnahmen in rechtlich verbindliche Planwerke. Siehe Abbildung 29 für beispielhaft Festsetzungsmöglichkeiten.
- Öffentlichkeitsarbeit & Risikokommunikation: Aufklärung der Bürger und Bürgerinnen über Starkregengefährdung sowie -Risiko und deren Bedeutung. Kommunikation bzgl. geplanter und umgesetzter Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz.
- Alarm- und Einsatzpläne: Strategien zur schnellen Reaktion bei Starkregenereignissen. Diese sollten auf Basis der Ergebnisse der Starkregenuntersuchung, Datensätze der Feuerwehr/Abwasserbetriebe und sonstigen lokalen Erfahrungswerten generiert werden.
- Frühwarnsysteme: Systeme zur rechtzeitigen Warnung vor Starkregen und Überschwemmungen mit Mitteilungen an Bürgerinnen und Bürger bzw. Feuerwehr/Einsatzkräfte.



Abbildung 29: Links oben: Ausschnitt FNP Bremen; Rechts oben: Ausschnitt FNP Stadt Schleswig; Unten: Rechtsgrundlagen BLP (KLAK Freiburg, 2023)

Empfohlene Literatur:

- Rebmann, N. (2020): Handlungshilfe Bauleitplanung. Nora Rebmann, Kommune Gerlingen (Hrsg.): Gerlingen.
- Berchtdlkrass space&options, bgmr Landschaftsarchitekten & Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (2023), Klimaanpassungskonzept – Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Regenwasser“, (Hrsg. Stadt Freiburg i. Br., Stadtplanungsamt)

7.3 Beispielhafte Planhinweiskarte

Wie in Eisenach ersichtlich, tritt eine Starkregengefährdung stadtweit stark verteilt in den Siedlungsräumen auf. Die Starkregenvorsorge ist damit, neben dem gezielten Objektschutz, eine flächendeckende Aufgabe. Auftretende Gefahren und die zu treffenden Vorsorgemaßnahmen sind dabei sehr ortsspezifisch. So ergibt sich die Gefährdung aus dem Zusammenspiel aus Stadtstrukturen, Versiegelung, Topografie, Bodenverhältnissen und ggf. Entwässerungssystemen. Bei Neubauten sollte die Starkregenvorsorge generell von Anfang an mitgedacht werden. Bei vielen Maßnahmen ergibt sich durch die Erhöhung der Begrünung und damit Verdunstungsleistung eine Synergie zur Hitzevorsorge.

Um die Umsetzung starkregen- und wassersensibler Maßnahmen effektiv voranzutreiben, empfiehlt sich die Erstellung gesamtstädtischer Planhinweiskarten. Diese dienen als Grundlage, um in einem interdisziplinären Planungsprozess gezielt Maßnahmen für gefährdete Bereiche zu identifizieren und räumlich zu verorten. Ein enger Austausch zwischen den beteiligten Planungsämtern und Fachbüros ist dabei essenziell, um die effektivsten Maßnahmenkombinationen zu entwickeln und deren Umsetzung in einem realistischen Zeithorizont zu planen.

Die Integration zusätzlicher Informationen, wie beispielsweise zu Bebauungsplänen, laufenden oder geplanten Sanierungsmaßnahmen (in den Bereichen Stadtentwässerung, Verkehr oder Grünflächen), ermöglicht einen umfassenden Überblick über potenzielle Synergien und priorisierbare Projekte. Planhinweiskarten sollten in einem iterativen Prozess erstellt und in Geoinformationssysteme (GIS) überführt werden. Dies erleichtert nicht nur die Fortschreibung, sondern auch die langfristige Integration in die kommunale Planung.

Eine beispielhafte Planhinweiskarte für den Siedlungsbereich Neuenkirchen findet sich in Abbildung 30. Hierbei sind potentielle Bereiche je nach sinnvoller Maßnahme dargestellt. Im Falle dieses Siedlungsgebiets empfiehlt sich Maßnahmen der nachhaltigen Landwirtschaft in angrenzenden Ackerflächen um den Oberflächenabfluss bei Starkregen zu reduzieren (Flächen westlich der Landstraße). Auch wären Maßnahmen zur Retention von Abflüssen von Agrar- und Verkehrsflächen an der Lerchenberger Str. oder im Siedlungsgebiet in Freiflächen der Kirchstraße sinnvoll. Das im Norden des Gebiets anfallende Wasser wird über die Verkehrsflächen der Hohenlohestraße und Lerchenberger Str. ins Zentrum der Siedlung geleitet. Hier empfiehlt sich die Planung von Notwasserwegen welche das natürliche Gefälle nutzen und Wasser in Richtung Osten ableiten. An Gebäuden mit erhöhtem Überflutungsrisiko sind Objektschutzmaßnahmen sinnvoll.

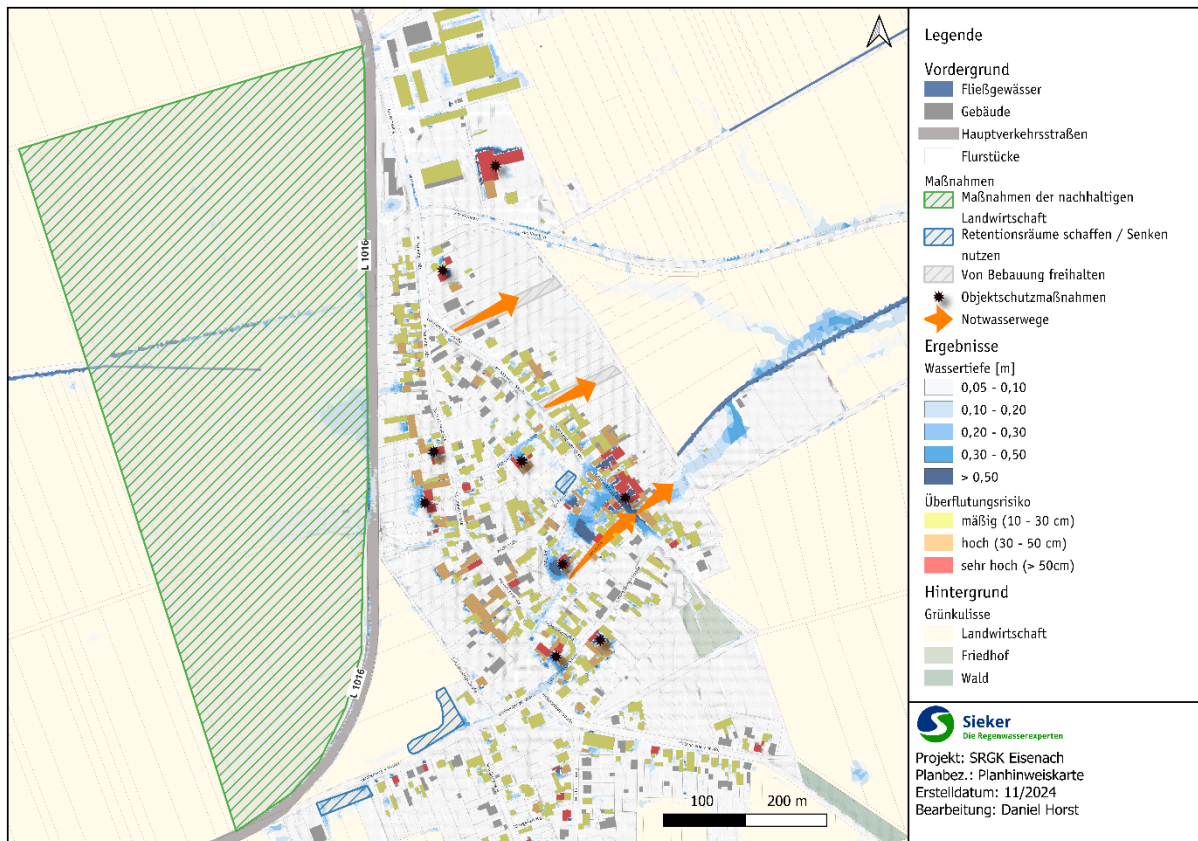


Abbildung 30: Beispielhafte Planhinweiskarte für das Siedlungsgebiet Neuenkirchen.

7.4 Synergien mit Maßnahmen der Hitzeanpassung

Maßnahmen zum Starkregenrückhalt und zur Hitzeanpassung stehen in einem engen Zusammenhang, da sie beide auf eine klimaresiliente Stadtentwicklung abzielen. Starkregenrückhaltemaßnahmen wie die Anlage von Grünflächen, Regenrückhaltebecken, begrünten Dächern und Versickerungsflächen helfen nicht nur dabei, Überflutungen zu verhindern, sondern tragen auch zur Kühlung der städtischen Umgebung bei.

Durch die Erhöhung des Anteils unversiegelter und bepflanzter Flächen wird die Verdunstung gefördert, was die Luftfeuchtigkeit erhöht und zu einer natürlichen Abkühlung der Umgebungstemperatur führt. Begrünte Flächen wirken außerdem als "grüne Inseln", die Hitzeinseln in dicht bebauten Gebieten abschwächen. Somit können Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung gleichzeitig die Hitzebelastung in Städten reduzieren und die Lebensqualität der Bewohner verbessern.

8 Plausibilitätsprüfung

Anders als bei Hochwassergefahrenkarten ist die Plausibilisierung der Modellergebnisse bei Starkregengefahrenkarten nicht trivial. Bei Hochwassergefahrenkarten können historische Pegel zur Kalibrierung des Modells und Einschätzung der berechneten Überflutungsflächen genutzt werden. Da für Starkregenereignisse in den allermeisten Fällen keine Messungen in-situ vorgenommen werden können, besonders für Extremereignisse wie das 100-jährige Regenereignis, lassen sich die Modellergebnisse lediglich anhand von Informationen zu Feuerwehreinsätzen, Bürgerbeschwerden und Störmeldungen der Entwässerungsbetriebe punktuell verifizieren.

Im Rahmen der Starkregenanalyse konnte die Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker auf Grund fehlender Datensätze (Feuerwehreinsätze, Schadensmeldung Wasserbetriebe o. Ä.) keine Plausibilisierung der Ergebnisse durchführen. Allerdings wurden bei einer Ortsbegehung wichtige Überflutungspunkte gesichtet und während eines Workshops mit den relevanten Planungsämtern Modellergebnisse diskutiert und anekdotisch bestätigt oder klargestellt.

Im Zuge des Starkregenrisikomanagements wird geraten eine Datenbasis zu vergangenen Starkregenereignissen und deren assoziierten Schäden bzw. betroffenen Gebieten zu erstellen, um schließlich zielgerichtet und möglichst effektive Maßnahmen zur Schadensbegrenzung zu ermöglichen.

9 Fazit

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH wurde beauftragt für das Gemeindegebiet Eisenach eine Starkregenanalyse durchzuführen. Hierbei wurden ebenfalls relevante umliegende Zuflüsse in das Plangebiet mitbetrachtet. Durch Berechnung der Wassertiefen und einer vereinfachten Risikobetrachtung sollten die potenziellen Problembereiche im Gebiet identifiziert werden umso der Gemeinde die Möglichkeit zu geben planerisch auf diese zu reagieren. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf den städtischen Bereich des Gemeindegebiets gelegt. Es wurden Überflutungshöhen für ein 30-jährliches und ein 100-jährliches Niederschlagsereignis sowie für ein extremes Regenereignis berechnet.

Die Berechnungsergebnisse der Überflutungsbetrachtung zeigen, dass bei einem Regenereignis der Wiederkehrzeit $T=30a$ und $T=100a$ und dem Extremregen erwartungsgemäß Überstauungen auftreten. Die Überstauungen treten verteilt über das Gemeindegebiet auf und können besonders in stärker besiedelten Gebieten unterhalb von Hangbereichen zu Überflutungsproblemen führen.

Für Bestandsgebiete und Gebäude wird empfohlen lokale mobile und stationäre Maßnahmen zum Überflutungsschutz zu implementieren, um Schäden durch Starkregen zu minimieren. Im Rahmen dieser Starkregenanalyse dient die vereinfachte Risikoanalyse dazu Gebäude und Gebiete zu identifizieren die besonders betroffen sein können. In detaillierten Untersuchungen, welche gebäudespezifische Aspekte beinhalten (Höhe ebenerdige Eingänge, Aufkantung Lichtschächte, Nutzung des Gebäudes, Unterkellerung, etc.), sollten konkrete Maßnahmen für besonders kritische Gebäude identifiziert und umgesetzt werden. Dies kann im Rahmen der Erstellung einer gesamtstädtischen Planhinweiskarte geschehen.

10 Anlagen

Anlage 01: Starkregengefahrenkarte Eisenach (SRGK) - Überflutungstiefen

- Detailplan 1
- Detailplan 2
- Detailplan 3
- Detailplan 4
- Detailplan 5
- Detailplan 6
- Detailplan 7
- Detailplan 8
- Detailplan 9

Anlage 02: Starkregenrisikokarte Eisenach (SRRK) – Überflutungsrisiko

- Detailplan 1
- Detailplan 2
- Detailplan 3
- Detailplan 4
- Detailplan 5
- Detailplan 6
- Detailplan 7
- Detailplan 8
- Detailplan 9